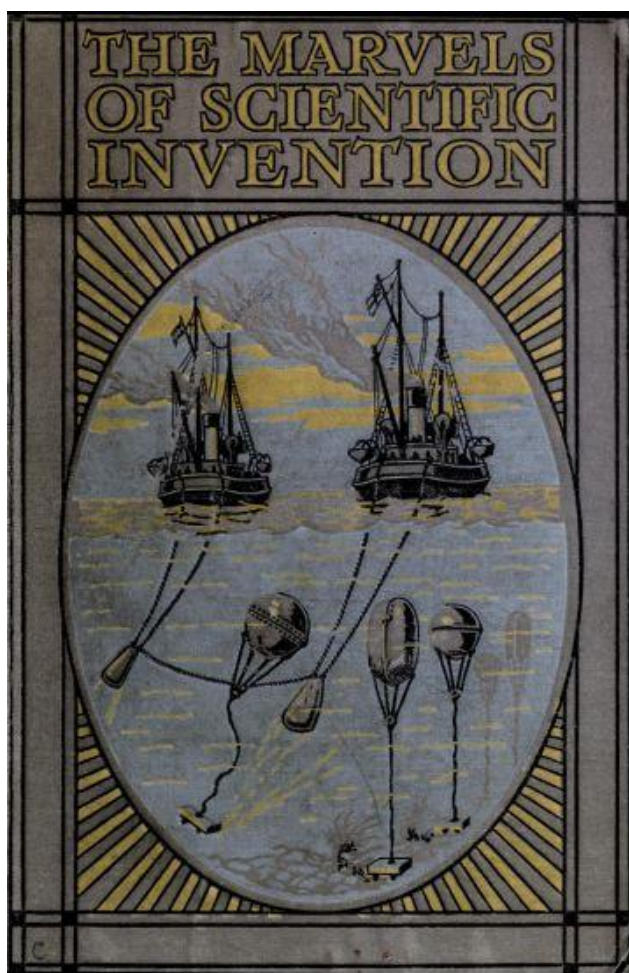


Чудеса научного изобретения.
Интересный рассказ нетехническим
языком об изобретении пушек, торпед,
подводных мин, современной плавке,
замораживании, цветной фотографии и
многих других недавних открытиях
науки

Томас В. Корбин



Электронная книга проекта "Гутенберг" о чудесах научного изобретения

Эта электронная книга предназначена для использования любым человеком в любой точке Соединенных Штатов и большинства других частей мира бесплатно и практически без каких-либо ограничений. Вы можете скопировать его, раздать или повторно использовать в соответствии с условиями лицензии Project Gutenberg, прилагаемой к этой книге, или онлайн по адресу www.gutenberg.org. Если вы находитесь за пределами Соединенных Штатов, вам необходимо ознакомиться с законами страны, в которой вы находитесь, прежде чем использовать эту электронную книгу.

Название: Чудеса научного изобретения

Автор: Томас В. Корбин

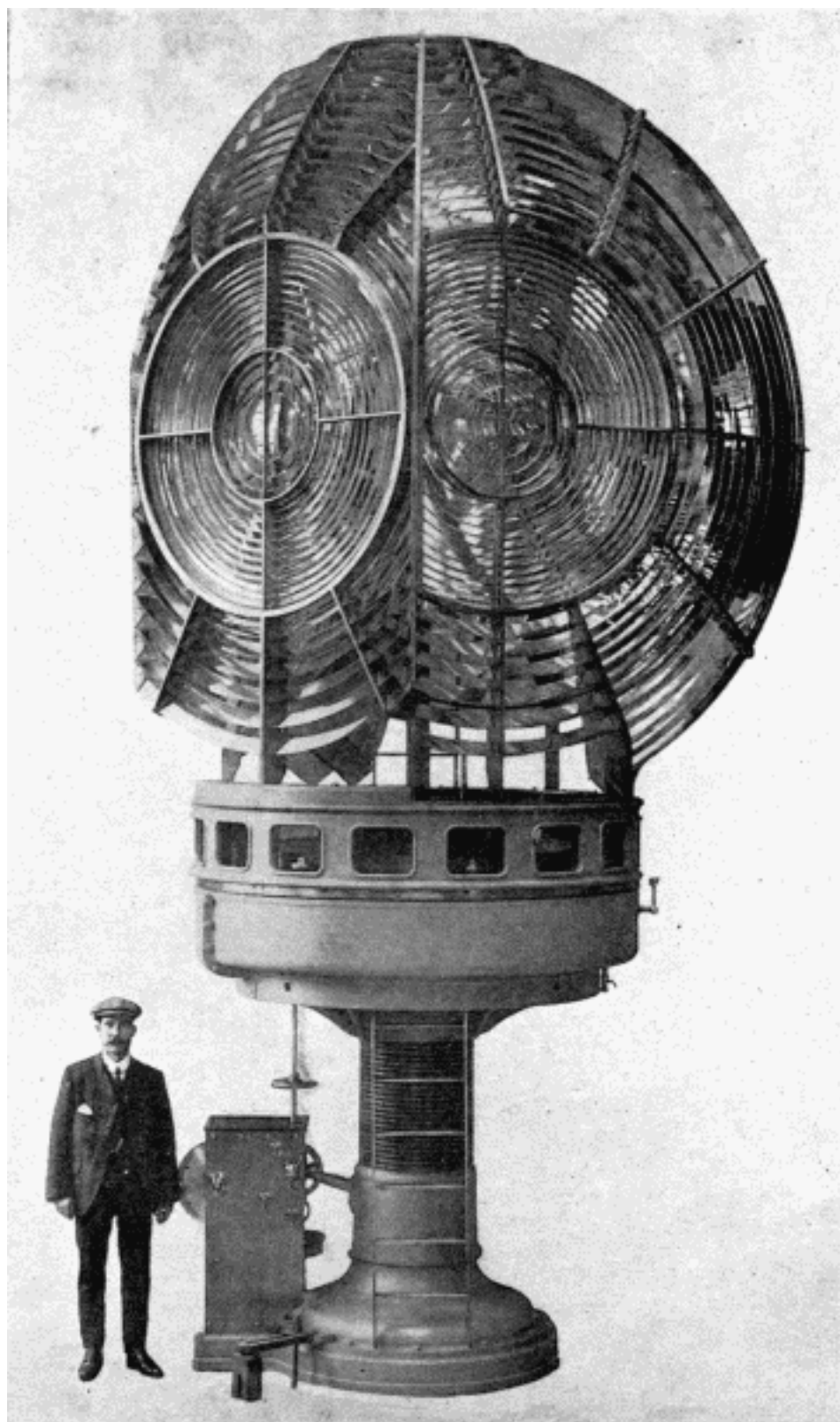
Дата выхода: 18 ноября 2011 г. [Электронная книга № 38045]

Последнее обновление: 8 января 2021 г.

Язык: Английский

В титрах: Подготовлено Крисом Керноу, Джулией Нойфельд и командой онлайн-корректоров по адресу <https://www.pgdp.net> (Этот файл создан на основе изображений, щедро предоставленных интернет-архивом)

*** НАЧАЛО ПРОЕКТА "ЭЛЕКТРОННАЯ КНИГА ГУТЕНБЕРГА" ЧУДЕСА НАУЧНОГО
ИЗОБРЕТАТЕЛЬСТВА " ***



С разрешения господ. Chance Bros. и Co., Ltd.

Огромная лампа

С чудесным расположением линз и призм, которые позволяют маяку посылать свои направляющие вспышки, с механизмом для его поворота. Сделано для маяка "Чиланг",

ЧУДЕСА НАУЧНОГО ИЗОБРЕТЕНИЯ

ИНТЕРЕСНЫЙ РАССКАЗ НЕТЕХНИЧЕСКИМ ЯЗЫКОМ ОБ ИЗОБРЕТЕНИИ ПУШЕК, ТОРПЕД, ПОДВОДНЫХ МИН, СОВРЕМЕННОЙ ПЛАВКИ, ЗАМОРАЖИВАНИЯ, ЦВЕТНОЙ ФОТОГРАФИИ И МНОГИХ ДРУГИХ НЕДАВНИХ НАУЧНЫХ ОТКРЫТИЯХ

ВУ.

АВТОР КНИГ "ТЕХНИКА НАШИХ ДНЕЙ", "МЕХАНИЧЕСКИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ НАШИХ ДНЕЙ", "РОМАНТИКА ПОДВОДНОЙ ИНЖЕНЕРИИ" И ДР., И Т.П.

С 32 ИЛЛЮСТРАЦИЯМИ И СХЕМАМИ

ФИЛАДЕЛЬФИЯ
КОМПАНИЯ ДЖ. Б. ЛИППИНКОТТА
ЛОНДОН: SEELEY, SERVICE & CO. LTD.
1917

Содержание

глава	страница
I. Копание с динамитом	9
II. Измерение электричества	22
III. Топливо будущего	42
IV. Некоторые ценные электрические процессы	55
V. Машинный холод	67
VI. Научные изобретения в море	78
VII. Гирокомпас	90
VIII. Торпеды и подводные мины	98
IX. Добыча золота	109
X. Сильная жара	123
XI. Искусственная угольная шахта	137
XII. Самое поразительное изобретение последнего времени	149
XIII. Как можно отправлять фотографии по почте	176
XIV. Замечательный пример науки и мастерства	191

XV. Научные испытания и измерения	198
XVI. Цветная фотография	212
XVII. Как наука помогает пострадавшему шахтеру	220
XVIII. Как наука помогает поддерживать наше здоровье	231
XIX. Современная артиллерия	236
Приложение	245
Указатель	247

СПИСОК ИЛЛЮСТРАЦИЙ

Огромная лампа	<i>Фронтиспис</i>
	первая страница
Первый эффект динамита	16
Прекрасный Урожай	24
Яблоня, посаженная лопатой	48
Машинный лед	72
Холодильная камера	80
Маяк на острове Дассен	88
Измерение тепла	128
Телепрограмма	184
Горноспасательная команда	208
Пневматический перфоратор	216
Искусственная угольная шахта	224
Вид в разрезе из 60-фунтовой пушки	232
Винтовок разных наций	240

ДИАГРАММЫ

рис.		страница
1.	Принцип действия гальванометра	30
2.	Струнный гальванометр	31
3.	Термогальванометр Дадделла	39
4.	Конструкция вольтметра	64
5.	Работа холодильной машины	70
6.	Машина Герца	155
7.	"Детектор" Герца	156

8. 9. 10.	Беспроводные волны	158
11.	Беспроводная антенна	164
12.	Аппарат Поульсена	166
13. 14.	Как передаются фотографии по проводам	177
15.	Сообщение, полученное с помощью Telewriter	189

ЧУДЕСА НАУЧНОГО ИЗОБРЕТЕНИЯ

ГЛАВА I

КОПАНИЕ ДИНАМИТОМ

Большинство людей боятся слова "взрыв" и содрогаются от дурного предчувствия при упоминании динамита. Последнее, в частности, вызывает в воображении видения анархистов, бомб и всевозможного зла. И все же, похоже, наступает время, когда каждый фермер будет считать взрывчатку, широко известную публике как динамит, одним из своих самых надежных орудий труда. В некоторых местах это уже так. В Соединенных Штатах взрывчатые вещества использовались годами благодаря усилиям компании Du Pont Powder Company, в то время как господа Кертисс, Харви и господа Нобели, крупные производители взрывчатых веществ, заняты их внедрением в Великобритании.

Возможно, будет интересно прежде всего посмотреть, что это за соединение, вызывающее ужас. Одной из важных особенностей является безвредный газ, составляющий основную часть нашей атмосферы, азот. Обычно являясь одним из самых ленивых, неактивных, инертных веществ, этот газ при определенных обстоятельствах вступает в соединение с другими, и когда это происходит, в некоторых случаях он становится полной противоположностью своему обычному мирному, летаргическому состоянию. Это выглядит так, как если бы он неохотно входил в эти соединения и таким образом привносил в них элемент нестабильности. Это похоже на недовольного партнера по бизнесу, готового разрушить всю комбинацию по малейшему поводу.

И следует помнить, что взрывчатое вещество - это просто некое химическое соединение, которое может *внезапно* превратиться во что-то другое гораздо большего объема. Вода при кипячении увеличивает объем пара примерно в 1600 раз по сравнению с ее собственным объемом, и если бы можно было вызвать это изменение внезапно, вода стала бы довольно мощным взрывчатым веществом. Уголь, сгоревший при пожаре, превращается вместе с кислородом из атмосферы в углекислый газ, и объем образующегося таким образом последнего намного больше, чем совокупный объем кислорода и угля. Когда горение происходит в колосниковой решетке или печи, мы не видим ничего похожего на взрыв по той простой причине, что изменение происходит постепенно. Это обязательно так, поскольку уголь и кислород соприкасаются только на поверхности первого. Однако, если мы измельчим уголь в очень мелкий порошок и хорошо перемешаем его с воздухом, то каждая мелкая частица вступит

в контакт с кислородом и может мгновенно сгореть. Следовательно, угольная пыль в воздухе является взрывоопасной. Раньше считалось, что аварии на шахтах происходят исключительно из-за взрыва метана, газа, выделяемого углем, но в последние годы до людей дошло, что на самом деле ущерб наносит угольная пыль в шахте. Взрыв метана поднимает пыль, которая затем взрывается. Первый сравнительно безвреден, но он действует как спусковой крючок или детонатор, который высвобождает силу, заключенную в безобидной на вид угольной пыли. Следовательно, наибольшие усилия на современных угольных шахтах направлены на то, чтобы очистить выработки от пыли, или же увлажнить ее, или каким-либо другим способом предотвратить ее поднятие до опасного состояния.

Итак, существенной особенностью любого взрывчатого вещества является кислород и то, что горит вместе с ним. Если это твердое вещество или жидкость, кислород должен входить в состав соединения или смеси, поскольку он не может получить воздух из окружающей атмосферы достаточно быстро, чтобы взорваться; и, более того, обычно необходимо, чтобы взрывчатые вещества срабатывали в ограниченном пространстве, вдали от любого контакта с воздухом. Таким образом, кислород, по необходимости, должен быть неотъемлемой частью самого вещества. Но когда кислород соединяется с чем-либо, он обычно довольно прочно удерживается на своем месте в соединении, и его нелегко быстро нарушить, и именно здесь азот, по-видимому, находит свою роль. Он обеспечивает разрушающий элемент в том, что в противном случае было бы гармоничной комбинацией, так что кислород и горючие вещества легко расщепляются и образуют новую комбинацию, при этом азот исключается.

Из всех безобидных вещей в мире можно было бы подумать, что сладкая, липкая жидкость глицерин, которую большинство из нас использовало в то или иное время для смазывания больного горла, была самой безобидной. Поскольку он стоит во флаконе на полке с домашней медициной, кто бы заподозрил, что он является основой такой вещи, как динамит?

Однако дело обстоит именно так, поскольку при контакте глицерина со смесью серной и азотной кислот образуется нитроглицерин, взрывчатое вещество такой чувствительности, такой яростной, неистовой природы, что ему никогда не позволяют долго оставаться в его первобытном состоянии, а как можно быстрее превращают во что-то менее возбудимое.

Глицерин - одно из тех органических соединений, которые получают из некогда живой материи. Возникающий как побочный продукт при производстве мыла, он состоит, как и многие органические вещества, из углерода и водорода, атомы которых особым образом расположены, образуя молекулу глицерина. К этому азотная кислота добавляет кислород и азот, в то время как серная кислота просто остается как бы в стороне и удаляет излишки воды, образующиеся в процессе. Таким образом, в то время как глицерин состоит из углерода и водорода, нитроглицерин состоит из углерода, водорода, азота и кислорода. В этом состоянии они образуют компактную жидкость, которая занимает мало места.

Однако это меньше всего их расстраивает. Углерод соединяется с кислородом в углекислый газ, обычно называемый углекислотным газом, водород и еще немного кислорода образуют пар, в то время как азот остается, так сказать, на холоде. А общий объем образующихся таким образом газов примерно в 6000 раз превышает объем исходной жидкости. Легко видеть, что вещество, способное внезапно увеличить свой объем в 6000 раз, является взрывчатым веществом не среднего порядка.

Но тот факт, что это изменение может произойти при сравнительно небольшом повышении температуры или после сотрясения мозга, делает его слишком опасным для практического использования. Его нужно несколько приручить. Впервые это сделал знаменитый Нобель, который смешал его с мелкоземом, известным как кизельгур, благодаря чему его чувствительность значительно снизилась. Эта смесь - динамит.

Будет видно, что функция "земли" заключается просто в том, чтобы действовать как абсорбент жидкого нитроглицерина, и для той же цели можно использовать несколько других веществ. Более того, в настоящее время существует множество взрывчатых веществ динамитной природы, но отличающихся от нее наличием активного вместо пассивного абсорбента, так что снижение чувствительности сопровождается увеличением прочности. Например, гелигнит, который используется в сельскохозяйственных целях в Великобритании, состоит из нитроглицерина, смешанного с нитро-хлопком, древесной мукой и селитрой. Древесная мука действует как абсорбент вместо кизельгура, в то время как нитровата - это другой вид взрывчатого вещества, а селитра, один из ингредиентов старого пороха, обеспечивает необходимый кислород для сжигания древесной муки. Нитро-хлопок производится почти таким же образом, как нитроглицерин, за исключением того, что хлопок заменяет глицерин. Хлопок - это почти чистая целлюлоза, еще одно органическое вещество, подобное глицерину, поскольку оно состоит из углерода и водорода, но, в отличие от него, содержит также кислород. Обработанный азотной кислотой, он также образует комбинацию углерода, водорода, кислорода и азота, которая называется нитроволокном, нитроцеллюлозой или пушечной ватой.

Можно спросить, зачем, если эти два вещества настолько схожи, их нужно смешивать? Ответ заключается в том, что, хотя в определенной степени они похожи, они не совсем одинаковы, и современный производитель взрывчатых веществ в своей борьбе за совершенство обнаруживает, что для определенных целей одно является лучшим, а для других - другое, в то время как для других опять же комбинация может превзойти любую отдельную.

Для некоторых работ следует предпочесть совсем другой вид взрывчатки. В его основе лежит хлорат калия, соединение, очень богатое кислородом, которое он готов с готовностью отдавать для сжигания любого другого подходящего элемента, который может оказаться под рукой. Хорошо известное взрывчатое вещество этого класса известно как чеддит, поскольку впервые оно было изготовлено на заводе в Чедде, в Савоие.

Однако для простоты я предлагаю в следующих описаниях обозначать все эти взрывчатые вещества общим термином "динамит", поскольку это, вероятно, даст широкой публике представление об их природе лучше, чем любой другой термин или группы терминов, которые я мог бы выбрать.

Итак, теперь мы подходим к важному вопросу: какую выгоду может извлечь современный фермер из использования подобных взрывчатых веществ? Ответ таков: во многих отношениях. Давайте сначала рассмотрим самый очевидный из них.

Фермер годами вспахивал свою землю и выращивал на ней урожай. Возможно, его предки делали то же самое на протяжении поколений. Каждый год, возможно, на протяжении столетий, твердый стальной лемех проходил по этой земле, снова и снова переворачивая верхний слой почвы на глубину от шести до восьми дюймов. Каждый сезон растения, какими бы они ни были, растут в основном в этом верхнем слое. Они извлекают из него все полезные вещества, и в

конечном итоге он становится более или менее стерильным. При правильном севообороте он в определенной степени смягчает это явление, в дополнение к чему восстанавливает некоторые из ее старых азотистых составляющих путем добавления навоза. И все же, что бы он ни делал, этот тонкий верхний слой неизбежно истощится. И все это время на несколько дюймов ниже находится почти девственная почва, которую почти не трогали с момента сотворения мира.

Более того, эта девственная почва, в которой еще сохранилась растительная пища, не только мало помогает своему владельцу, но и наносит ему вред. Ибо каждый раз, когда по нему проходит плуг, он имеет тенденцию утрамбовывать его плашмя; каждый раз, когда по нему проходит человек, результат один и тот же; каждая проезжающая лошадь, все, что происходит или происходило веками на этом поле, имеет тенденцию превращать почву чуть ниже досягаемости лемеха в твердую, непроницаемую массу, через которую могут пробиться только корни наиболее сильно растущих растений, и которая имеет тенденцию делать почву над ним влажной в сырую погоду и сухой в сухую погоду. Таким образом, корни должны распространяться в стороны, а не вниз; или, с трудом продвигаясь вниз, каждое растение вынуждено тратить жизненную энергию на то, чтобы проталкивать свои корни сквозь твердую почву, которую оно могло бы лучше использовать для производства цветов или плодов. И здесь нет естественного запаса воды. Ливень заливает землю. Со временем она высыхает из-за испарения в воздух, и затем, когда наступает засуха, все становится засушливым, как в Сахаре.

Этот твердый грунт известен под термином "твердая почва", и, как мы видели, он образуется в большей или меньшей степени за счет всего, что происходит на месторождении. Еще хуже обстоит дело — тоже очень частый случай, — когда на глубине нескольких футов имеется естественный слой глины или столь же плотного водонепроницаемого материала.

Этот твердый слой, находящийся вне досягаемости любого плуга, может быть разрушен с помощью динамита. Обычный метод заключается в том, чтобы проделать отверстия в земле на расстоянии примерно пятнадцати-двадцати футов друг от друга и глубиной около трех-четырёх футов, прямо в сердцевину твердого слоя. На дно каждого отверстия помещается динамитный патрон с запалом и детонатором. Этот последний представляет собой небольшую трубку, содержащую небольшое количество взрывчатого вещества, которое, в отличие от динамита, может быть легко запущено и инициирует детонацию патрона.

Когда эти миниатюрные землетрясения происходят по всему полю, преобладает совершенно иное положение вещей. "Жесткая сковорода" сломана. Взрывчатое вещество, используемое для такой цели, обладает внезапной разрушительной силой, в результате чего оно превращает землю в пыль в непосредственной близости от себя, а не производит сильного потрясения на поверхности. Внезапный удар приводит к образованию трещин во всех направлениях, через которые могут легко пробиваться корни. Более того, это позволяет воздуху находить вход, тем самым аэрируя почву таким образом, чтобы повысить ее плодородие. Тепло или химические продукты взрыва, по-видимому, уничтожают грибковые зародыши в земле. Наконец, создается естественное хранилище воды. Сильный дождь, вместо того чтобы увлажнять верхний слой почвы, просто хорошо увлажняет его, в то время как излишки воды стекают во вновь потревоженные слои и остаются там до тех пор, пока корни не накачают ее во время засухи.

Утверждается, что акр сена выкачивает из почвы 500 тонн воды в год, поэтому легко понять, насколько важной особенностью является это естественное хранилище воды.

Фермеры говорят, что их урожай удвоился в цене после того, как таким образом были взорваны недра.

Об этой операции говорили как о замене вспашки, но это можно списать на "журналистскую вольность", поскольку, хотя она действительно передает общую идею, вряд ли она корректна. Обычный плуг переворачивается примерно на восемь дюймов, специальный подпочвенный плуг опускается примерно на восемнадцать дюймов, но динамитный метод разрыхляет почву на глубину шести-семи футов. Корни кукурузы, если дать им шанс, уйдут вниз с четырех до восьми футов. Картофель достигает высоты трех футов, хмель - от восьми до восемнадцати футов, а виноградные лозы - двадцати футов, поэтому легко увидеть, насколько ограничены возможности растений, когда их естественные инстинкты укоренения сдерживаются твердым слоем на глубине восемнадцати дюймов или около того.

Отверстия делаются с помощью бруска или дрели. Конечно, многое зависит от твердости почвы. Иногда стальной стержень приходится забивать кувалдой. В других случаях заостренный стержень можно вдавить вручну. В некоторых случаях обнаружится, что лучшим инструментом для использования является "земляной бур", инструмент, подобный плотницкому шнеку, который при вращении по кругу пробуравливает себе путь в земле. Как бы это ни было сделано, в готовое отверстие опускают один или несколько динамитных патронов, один из которых снабжен необходимым детонатором и запалом. Затем в отверстие насыпают немного рыхлой земли или песка до тех пор, пока оно не будет заполнено на глубину около шести дюймов над самым верхним картриджем. Поверх этого вполне безопасно засыпать яму землей, утрамбовав ее деревянной трамбовкой. Это называется "утрамбовкой", и это необходимо для того, чтобы сила взрыва не была потрачена впустую на простое взрывание отверстия. Требуется, чтобы взрыв происходил в закрытой камере, с тем чтобы его воздействие могло ощущаться одинаково во всех направлениях. Отверстия обычно имеют диаметр около полутора дюймов или дюйма с тремя четвертями.

Есть два способа срабатывания зарядов. Один - с помощью взрывателей. Детонатор прикреплен к одному патрону, а к детонатору прикреплен отрезок запала, который, проходя вверх по отверстию, заканчивается над землей. Запал представляет собой ватную трубку, наполненную порохом, и горит со скоростью около двух футов в минуту. Таким образом, если используется трехфутовый фитиль, у человека, который его зажигает, есть полторы минуты, чтобы найти безопасное место от падающих камней.

Другой способ - с помощью электричества. В этом случае к картриджу присоединяется электрический предохранитель, а к отверстию подводятся два провода. Они подключены к электрической машине, которая пропускает ток к взрывателю, где, нагревая тонкую платиновую проволоку, поджигается детонирующий материал, которым она начинена. Этот детонирующий материал, в свою очередь, приводит к срабатыванию динамита.

Преимущество электрического метода заключается в том, что при одновременном подключении двадцати или тридцати отверстий к одному и тому же станку все они могут быть обжигаемы одновременно.

А теперь давайте подумаем о другом виде земледелия, в котором выращиваются фруктовые деревья. Для большого дерева потребность в большом подземном пространстве для его корней, по-видимому, даже важнее, чем в случае с однолетними растениями, такими как пшеница. Тем

не менее, мы очень хорошо знаем, что обычная процедура заключается в том, чтобы выкопать небольшую ямку, достаточно большую, чтобы вместить корни саженца при его посадке, при этом земля вокруг остается нетронутой. Предполагается, что дерево со временем сможет проталкивать свои корни сквозь все, что на самом деле не является твердой скалой. Это настолько верно, что один авторитетный источник счел нужным предупредить производителей деревьев таким живописным способом. "Сажая дерево, - говорит он, - забудьте, что вы делаете, и думайте, что вы собираетесь похоронить самую большую лошадь, которую вы знаете". Сколько людей при посадке любого дерева выкапывают яму, достаточно большую, чтобы похоронить лошадь? Можно с уверенностью ответить: только те, кто делает это с помощью динамита.



С разрешения
компании Dupont Powder Co., Уилмингтон, Делавэр
Первый эффект применения динамита
Расчистка поля от пней путем подрыва их динамитом.—См. стр. 16

Метод работы заключается в том, чтобы просверлить отверстие почти такой же глубины, как то, которое вы хотите взорвать. На дно поместите мощный заряд, намного более мощный, чем вы использовали бы для "подпочвы", как только что описано. Это не только проделает яму, достаточно большую, чтобы вы могли посадить в нее свое дерево, но и разрыхлит землю вокруг ямы на несколько ярдов. Основной мусор из ямы упадет обратно в нее, но это не будет иметь большого значения, поскольку, поскольку он весь рыхлый, его легко убрать столько, сколько необходимо для посадки молодого деревца. Преимущества те же, что и в предыдущем случае, а именно: разрыхленная земля дает больше простора для корней — корни яблони уходят примерно на двадцать футов — земля лучше удерживает влагу, а взрыв уничтожает микробы грибка. В дополнение к этому есть преимущество, заключающееся в том, что взрывать подобную яму дешевле, чем копать ее.

И о том, что преимущества не являются чисто теоретическими, свидетельствует тот факт, что посаженные таким образом деревья действительно растут сильнее, крупнее и быстрее, чем точно такие же в тех же условиях, но высаженные обычным способом с помощью лопаты.

И от этого выигрывают не только новые деревья; старым деревьям можно помочь с помощью динамита. Многие существующие фруктовые сады были улучшены путем подрыва динамита через промежутки между рядами деревьев. Необходимо позаботиться о том, чтобы нарушение не было настолько сильным или настолько близким, чтобы повредить деревья, но это можно легко устроить, и в результате почва вокруг деревьев разрыхляется, корням предоставляется больше свободы, а влагоаккумулирующие свойства почвы значительно улучшаются.

Опять же, как часто фермера беспокоит наличие пруда или участка болотистой почвы прямо посреди его полей. Это бесполезно и просто служит для того, чтобы поле, на котором это происходит, было труднее вспахивать и возделывать - помимо того, что так много хорошей земли тратится впустую. Итак, причина существования этого пруда или болота заключается в том, что под поверхностью находится непроницаемый слой, в котором, как в бассейне, может скапливаться вода. Прodelайте в нем отверстие, и он будет удерживать воду не больше, чем треснувший кувшин. И проделать эту дыру динамитом - самая простая вещь в мире.

Если пруд представляет собой просто скопление воды, которое образуется во влажную погоду, но быстро пересыхает, то просто необходимо просверлить глубокую яму и вызвать на ее дне довольно сильный взрыв. Насколько глубокой должна быть яма, зависит от образования грунта в этом месте и от того, насколько низко находится слой, который, будучи водонепроницаемым, удерживает воду. Это, конечно, то, что должно быть пробито, и поэтому взрыв должен быть вызван в точке, близкой к нижней стороне этого слоя. Имея небольшой опыт, оператор может оценить положение по ощущению инструмента, которым он проделывает отверстие. Если пруд постоянный, но неглубокий, мужчины могут перейти вброд примерно центр, просверлить там лунку и произвести выстрел. Если он постоянный и глубокий, то работы должны выполняться с плота, который, однако, можно легко сконструировать для этой цели. После прорыва вода быстро уйдет под непроницаемый слой, и бесполезная земля станет ценной.

То же самое можно сделать в большем масштабе, взорвав ряды динамитом. Во многих случаях это намного дешевле, чем их рытье. Делается ряд ям или даже два или три ряда в соответствии с шириной предполагаемой канавы. В глубину они делаются немного меньше глубины будущей канавы. И по причине, которая будет очевидна, они расположены очень близко друг к другу, скажем, на расстоянии около трех футов друг от друга. Таким образом, можно подготовить ров длиной в сотни футов, а затем выстрелить всеми вместе. Земля взматается могучим переворотом, канава образуется с поразительной регулярностью, учитывая средства, с помощью которых она сделана. Склоны, конечно, имеют хороший уклон, обломки отбрасываются с обеих сторон и разносятся на значительное расстояние, так что при благоприятных условиях и хорошо организованном взрыве получается готовая канава, к которой почти не нужно прикасаться лопатой или другим инструментом.

Поскольку невозможно проделать много отверстий электрически, предел - около тридцати, одновременный взрыв, возможно, сотен отверстий должен быть произведен каким-либо другим способом, и обычно это достигается простым устройством, заключающимся в том, что отверстия располагаются довольно близко друг к другу и поджигается одно с помощью запала. Суматоха, вызванная этим взрывом, заставляет ближайшие "взорваться", а они, в свою

очередь, взрывают те, что дальше, в результате чего взрыв следует за взрывом по всей линии так быстро, что происходит почти мгновенно.

Фермер, которого беспокоит извилистый ручей, протекающий по его земле и изрезающий ее в неудобных формах, может выровнять ее, прокопав канаву поперек петли только что описанным способом. Однако в случае низменных земель канавы, очевидно, бесполезны, поскольку вода по ним не будет стекать. В этом случае иногда можно использовать принцип, предложенный только что для решения проблем с неудобным прудом, поскольку, если пробить грунт в нескольких местах, весьма вероятно, что вода тем или иным способом найдет путь вниз.

И список возможных применений еще ни в коем случае не исчерпан. Человека, распахивающего целину, часто больше всего беспокоят старые пни. Он может перекопать их, а затем вытащить с помощью упряжки лошадей, но гораздо проще воспользоваться несколькими удачно расположенными динамитными патронами, потому что они не только выкорчевывают для него пень, но и разбивают его, отряхивают от него землю и оставляют наготове, чтобы он мог увезти ее или сжечь.

Валуны тоже можно разнести на куски гораздо легче, чем можно было бы подумать. Под них можно подложить заряды, как в случае с древесными пнями, но во многих случаях в этом нет необходимости, все, что требуется, - это немного динамита, заложенного на вершине скалы и покрытого кучей глины. Действие взрывчатого вещества настолько внезапно, что его удар разрушает камень под ним. Еще один способ, возможно, самый эффективный из всех, - просверлить в камне отверстие и запустить в него заряд. В таком случае стороннему наблюдателю следует держаться подальше, поскольку осколки могут быть отброшены на триста или четыреста футов, что является убедительным доказательством того, что камень будет разрушен очень основательно.

Даже при рытье колодцев взрывчатые вещества могут быть полезны. В этом случае отверстия делаются по кругу, и они наклоняются вниз и внутрь, так что их нижние концы имеют тенденцию соприкасаться. Результатом одновременного подрыва зарядов в этих отверстиях является вырезание конического отверстия, немного большего по размеру, чем кольцо, и немного глубже точки, в которой произошел взрыв. Дно этого отверстия можно немного выровнять и повторить операцию, и так постепенно скважина будет расти вниз.

Мысль, которая естественным образом приходит в голову, такова. Все описанные операции могут быть очень хорошими, стоимость может быть низкой, а эффект хорошим, но достаточны ли они для компенсации рисков, неизбежно связанных с использованием взрывчатых веществ? Сомнение, подразумеваемое в этом вопросе, каким бы естественным оно ни было, основано на предубеждении, которым все мы в той или иной степени подвержены. Искусство изготовления этих взрывчатых веществ было доведено до такого уровня, что при разумной осторожности нет никакого риска. На заводе-изготовителе соблюдаются максимально возможные меры предосторожности для обеспечения того, чтобы все отправляемые взрывчатые вещества соответствовали своему назначению и, следовательно, на них можно было положиться в том, что они будут действовать в соответствии с программой и не будут выкидывать никаких фокусов. Это первый шаг, и учитывая конкуренцию между производителями, правительственные инспекции и тщательное расследование малейших происшествий, а также желание каждого производителя поддержать репутацию своего имени, можно с уверенностью сказать, что на современные взрывчатые вещества можно положиться в том, что они добросовестно

выполняют свои обязанности. Второй шаг в процессе обеспечения безопасности заключается в том, что мощное взрывчатое вещество, то, которое выполняет свою работу, делается очень нечувствительным, так что взорвать его действительно довольно сложно. Таким образом, при разумной осторожности он никогда не сработает случайно. С другой стороны, чувствительный материал, который легко "испускается", содержится в очень малых количествах, настолько малых, что несчастный случай с ним, опять же при соблюдении разумных мер предосторожности, не был бы серьезной проблемой.

Предохранитель в наши дни тоже очень надежен. Человек, который поджигает предохранитель, может быть абсолютно уверен, что у него будет достаточно времени, чтобы добраться до безопасного места, соответствующего длине предохранителя, который он использует. При электрическом поджиге также довольно легко организовать, чтобы окончательное электрическое подключение не производилось до тех пор, пока все не окажется на безопасном расстоянии, чтобы исключить преждевременный взрыв.

Во многих описанных случаях удар происходит почти полностью внутри земли, и обломков разбрасывается очень мало.

Действительно, единственная опасность, которой следует опасаться при выполнении этих операций, примерно равна той, которой подвергается каждый работник фермы от удара лошади. Любого осторожного, заслуживающего доверия человека можно было бы вполне безопасно научить выполнять эту работу, и с помощью рабочего он мог бы делать все, что необходимо. К тому же, обладая изрядным запасом интеллекта, он почти не нуждался в обучении. В целом, нет никаких сомнений в том, что использование взрывчатых веществ окажет заметное влияние на сельскохозяйственные операции в ближайшем будущем.

ГЛАВА II

ИЗМЕРЕНИЕ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

Есть много людей, чье знакомство с электричеством заключается в основном в оплате счета за электрическое освещение. К таким приборам, с помощью которых измеряется электричество, будет особенно интересно обратиться.

Ток продается в Великобритании по такой-то цене за единицу товара. Чтобы определить, что это такое, необходимо предварительное объяснение других устройств, используемых в связи с электрическими токами.

Заявлено, что общественное электроснабжение в любом районе составляет столько-то вольт, это может быть 100, 200 или, возможно, 230, но что бы это ни было, это всегда столько-то "вольт". Затем электрик легкомысленно говорит о количестве "ампер", он может даже говорить о количестве "ватт", используемых лампами, в то время как иногда проскальзывает слово "ом". Среди этих терминов обычный читатель склонен запутаться в полном тумане. Но на самом деле они довольно просты, если их однажды понять, и, как мы вскоре увидим, для их измерения

существуют замечательные приборы, некоторые из которых обладают поистине удивительной тонкостью.

Было бы неплохо с самого начала попытаться избавиться от идеи, что в электричестве есть что-то таинственное или оккультное. Совершенно верно, что в нем есть много вещей, очень мало понятных даже самым образованным людям, но для обычных практических целей его можно рассматривать как жидкость, которая течет по проводу точно так же, как вода течет по трубе. Провод - это, с электрической точки зрения, "отверстие" в воздухе или другом непроводящем веществе, которым он окружен. Водопроводная труба представляет собой отверстие в прутке железа, поэтому медный сердечник электрического провода, насколько это касается тока, представляет собой всего лишь отверстие в центре трубки из шелка, хлопка, резины или чего бы то ни было еще. Электричество может протекать через определенные твердые тела точно так же, как вода может протекать через пустое пространство.

Вода не потечет по трубе, если к ней где-то не приложить давление. В трубе, концы которой находятся на одном уровне, вода будет находиться инертно и неподвижно. Однако опустите один конец, и давление, создаваемое силой тяжести — другими словами, весом воды — заставит ее двигаться. Аналогичным образом давление, создаваемое работой насоса, заставит воду течь. С другой стороны, при движении он сталкивается с сопротивлением из-за того, что вода трется о стенки трубы.

Аналогично, для протекания электрического тока необходимо электрическое давление. И каждый проводник оказывает большее или меньшее сопротивление протеканию тока, тем самым противодействуя действию давления. Прежде чем ток пройдет через ваши бытовые лампы накаливания и заставит их светиться, должно быть рабочее давление, и это давление описывается таким-то количеством вольт.

Аккумулятор на самом деле представляет собой небольшой автоматический электрический насос для создания электрического давления. А вольт, который является законной мерой, такой же, как фунт или ярд, представляет собой определенную долю давления, производимого определенной батареей, известной как Элемент Кларка. Здесь нет необходимости точно указывать, что это за дробь, но общее представление даст утверждение, что обычная ячейка Лекланша, или сухая ячейка, такая, какая используется для электрических звонков, создает напряжение около полутора вольт.

Таким образом, мы видим, что вольт является электрическим аналогом термина "фунт на квадратный дюйм", который используется в случае давления воды.

Расход воды измеряется в галлонах в минуту. Электрический ток измеряется в кулонах в секунду. Таким образом, кулон является электрическим аналогом галлона. Но в данном конкретном случае мы немного отличаемся в наших методах обсуждения воды и электричества. Галлоны в минуту или в час - неизменный термин в первом случае, но во втором мы не говорим о кулонах в секунду, хотя именно это мы и имеем в виду, поскольку у нас есть специальное название для одного кулона в секунду, и это то же самое, что ампер. Один ампер равен одному кулону в секунду, два ампера равны двум кулонам в секунду и так далее.



С разрешения

компании Dupont Powder Co.

Прекрасный урожай

сельдерея, выращенного на почве, вспаханной динамитом.—См. стр. 24

Не существует общепризнанного термина для обозначения сопротивления, которое водопровод оказывает прохождению по нему воды, но в аналогичном случае с электричеством существует термин, специально изобретенный для этой цели, - ом. Юридически это сопротивление столбика ртути определенного размера и веса. Приблизительное представление об этом дает тот факт, что медный провод толщиной в шестнадцатую дюйма и длиной 400 футов имеет сопротивление около одного ома.

Три единицы измерения — вольт, ампер и ом — настолько взаимосвязаны, что давление в один вольт, действующее на цепь с сопротивлением в один Ом, вызовет ток в один ампер.

Ток может выполнять работу; когда он освещает или обогревает вашу комнату или приводит в движение трамвай, он выполняет работу; и скорость, с которой ток выполняет свою работу, определяется путем умножения количества вольт и количества ампер. Результат выражается в еще одной единице измерения - ватте. А 1000 Ватт - это киловатт. Наконец, в завершение всей истории, киловатт в течение одного часа является торговой единицей.

Итак, за каждую единицу, которую вы оплачиваете в ежеквартальном счете, у вас был ток, равный 1000 Вт в течение часа. Чтобы привести конкретный пример, если напряжение вашего источника питания составляет 200 Вольт, и вы принимаете ток в пять ампер в течение часа, вы израсходуете один Б.Т.У.

Возможно, для большей ясности в этом объяснении сведем термины в следующую таблицу:—

Вольт = Единица измерения давления, аналогичная "фунтам на квадратный дюйм" в случае воды.

Кулон = мера количества, аналогичная галлону.

Ампер = мера "силы" тока, означающая один кулон в секунду.

Ватт = Единица измерения, обозначающая мощность для работы при любом токе. Это результат умножения вольт и ампер.

Киловатт = 1000 Вт.

Устройство управления торговлей = Ток в один киловатт, протекающий в течение одного часа.

На практике измерения обычно производятся с помощью связи между электричеством и магнетизмом. Электрический ток - это магнит. Всякий раз, когда протекает ток, он окружен областью, в которой можно ощутить магнетизм. Эта область называется магнитным полем, и напряженность поля изменяется в зависимости от силы, которая равна количеству ампер в токе. Если провод, по которому проходит ток, намотан на катушку, очевидно, что магнитное поле будет более интенсивным, чем если бы провод был прямым, поскольку оно будет сосредоточено на меньшей площади. Железо с его особыми магнитными свойствами, если его поместить в магнитное поле, по-видимому, притягивает магнитные силы к себе, и, следовательно, если проволоку намотать на железный сердечник, магнетизм, обусловленный током, будет в значительной степени сосредоточен на концах сердечника. Но главный принцип остается неизменным — в любом данном магните проявляемая магнитная мощность будет пропорциональна протекающему току.

Распределительный щит на электростанции всегда снабжен приборами, называемыми амперметрами (сокращение от амперметры), предназначенными для измерения тока, выходящего из динамо-машин. Каждый из них состоит из катушки с проволокой, по которой проходит ток. В некоторых случаях поблизости находится кусок железа, который притягивается в большей или меньшей степени при изменении тока, при этом железо оттягивается пружиной, а его движение против натяжения пружины обозначается стрелкой на циферблате.

В других случаях сама катушка может свободно вращаться вблизи мощного стального магнита, причем взаимодействие между электромагнитом или катушкой и постоянным магнитом таково, что они приближаются друг к другу или удаляются друг от друга при изменении тока. Стрелка на циферблате фиксирует движения, как и раньше.

В еще одном случае постоянный магнит уступает место второй катушке, ток проходит через обе последовательно, результат практически одинаков, две катушки притягивают друг друга в большей или меньшей степени в зависимости от силы тока.

Другой вид амперметров, известный как термоамперметры, работает по совершенно иному принципу. Он состоит из куска тонкой платиновой проволоки, который выполнен в виде "шунта", то есть через него проходит определенная небольшая, но определенная доля измеряемого тока. Теперь, когда все в порядке, ток испытывает значительные трудности при прохождении по этому проводу, и затраченная таким образом энергия превращается в тепло в проводе. Это действительно мягкая форма того, что мы видим в нити накаливания лампы накаливания, где энергия, затрачиваемая на пропускание тока, раскаляет нить накаливания

добела. Тот же принцип работает, когда мы стираем карандашную метку резиновой краской, в результате чего резина нагревается, как это наблюдало большинство из нас. Таким образом, проволока нагревается проходящим через нее током и соответственно расширяется, причем величина расширения является показателем прохождения тока. Удлинение проволоки производится для поворота указателя.

Простая модификация превращает любой из этих приборов в вольтметр. Этот прибор предназначен для измерения силы или давления тока, когда он покидает динамо-машину.

Создается короткая ответвленная цепь, ведущая от положительного провода рядом с динамо-машинкой к отрицательному проводу или к земле, где давление равно нулю. В эту цепь помещен прибор вместе с катушкой, сделанной из очень длинного отрезка тонкой проволоки, так что она имеет очень большое сопротивление. По ответвлению цепи будет протекать очень небольшой ток из-за высокого сопротивления катушки, но то, что там есть, будет точно пропорционально давлению. Таким образом, вольтметр ничем не отличается от амперметра, за исключением того, что на его циферблате указаны вольты, а не амперы, и он должен быть снабжен катушкой сопротивления.

Приборы типа амперметра также могут использоваться в качестве омметров. В этом случае требуется проверить сопротивление цепи, и это делается путем подключения батареи, напряжение которой известно, и просмотра величины протекающего тока.

Все упомянутые вольтметры и омметры обязаны своим методом работы тому, что известно как закон Ома. Один из величайших шагов в развитии электротехники был сделан, когда доктор Ом выдвинул открытый им закон, согласно которому давление, ток и сопротивление взаимосвязаны. Читатель, вероятно, заметил из того, что уже было сказано о единицах измерения — вольте, ампере и оме, — что ток изменяется прямо пропорционально давлению и обратно пропорционально сопротивлению. Это знаменитый и важный "закон Ома", и любой, кто однажды понял его, прошел долгий путь к пониманию многих основных явлений электрического тока.

Но упомянутые до сих пор приборы относятся к большому, неуклюжему типу, пригодному для измерения больших токов и больших давлений. Они подобны большим железнодорожным весовым мостам, которые весят целый грузовик за раз и достаточно хороши, если их вес составляет четверть центнера. Инструменты, которые будут описаны ниже, более сравнимы с тонкими весами химика, которые могут определить добавленный вес, когда на листе бумаги делается пометка карандашом. Действительно, по сравнению с ними такие весы довольно грубые и неуклюжие. Можно сказать, что это самые тонкие измерительные инструменты из всех существующих.

Мы начнем с гальванометра. Простейшая форма этого устройства - игла, похожая на стрелку морского компаса, очень изящно подвешенная на тонком волокне рядом с мотком проволоки. Магнитное поле, создаваемое током, текущим по проводу, имеет тенденцию поворачивать стрелку, движению которой препятствует ее естественная тенденция указывать на север и юг. Таким образом, ток поворачивает стрелку только на определенное расстояние, которое будет пропорционально его силе. Таким образом, отклонение стрелки дает нам представление о силе тока.

Но такой инструмент недостаточно чувствителен для самых изысканных экспериментов, и обычно используемая улучшенная форма является заслугой великого изобретателя, покойного лорда Кельвина. Интересно отметить, что первоначально он изобрел его не для лабораторных экспериментов, а для практического использования в качестве телеграфного прибора в связи с ранними атлантическими кабелями.

Прежде чем описывать это, возможно, заинтересует читателя упоминание о замечательном эксперименте, который был проведен Варли, знаменитым электриком, на первом успешном прокладке атлантического кабеля. Он соорудил миниатюрную батарею из латунных ружейных колпачков, кусочка цинка и единственной капли подкисленной воды. Он подсоединил ее к кабелю. Вероятно, нет ни одного читателя этой книги, который, будь он при этом, подумал бы, что этот человек сошел с ума. Какая мыслимая польза могла бы получиться от подключения такого слабого источника электрического напряжения к двум тысячам миль провода, протянутого через великий океан; сама идея кажется до крайности фантастической. Тем не менее, эта крошечная батарейка была способна ощущать свою мощь даже на таком большом расстоянии, поскольку зеркальный гальванометр Thomson был там, чтобы обнаружить ее. На расстоянии двух тысяч миль гальванометр ощущал силу, генерируемую батареей размером примерно с одну из заглавных букв на этой странице, и приводился в действие ею.

Этот замечательный инструмент состоял из магнита, сделанного из небольшого фрагмента часовой пружины, подвешенного в горизонтальном положении с помощью тонкой шелковой нити рядом с мотком тонкой проволоки. Когда ток проходил через катушку, магнитное поле заставляло магнит с часовой пружиной вращаться, но когда ток прекращался, раскручивание шелка снова возвращало его в исходное положение.

Пока кажется, что он очень мало отличается от обычного гальванометра, упомянутого ранее, но гениальный ход заключался в методе его считывания. При небольшом токе движение магнита было слишком незначительным, чтобы его можно было заметить невооруженным глазом, поэтому его прикрепили к крошечному зеркалу, сделанному из одного из тех маленьких кружочков стекла, которыми покрывают предметные стекла микроскопов, посеребренных с обратной стороны. Магнит был прикреплен к задней стенке, но оба были настолько малы, что вместе их вес поддерживала одна нить шелка-кокона. Свет от лампы падал на это зеркало, тем самым отбрасывая пятно света на удаленный экран. Таким образом, малейшее движение магнита было увеличено до значительного перемещения светового пятна. Луч света от зеркала к экрану стал, по сути, длинным рычагом или указкой, лишенной веса и трения.

Оказалось, что задача наблюдения за перемещением светового пятна взад-вперед слишком утомительна для телеграфистов, и поэтому лорд Кельвин усовершенствовал свой гальванометр двумя способами. Прежде всего ему удалось придать ему большую мощность вращения, так что, приводимый в действие тем же током, новый инструмент работал бы гораздо сильнее, чем старый. Затем он использовал эту дополнительную мощность для перемещения ручки, при этом сигналы автоматически записывались на лист бумаги. Новый прибор известен как сифонный регистратор.

Дополнительная мощность была получена путем как бы выворачивания прибора наизнанку, превращения катушки в движущуюся часть, а постоянного магнита - в неподвижную. Это позволило ему использовать очень мощный постоянный магнит вместо миниатюрного, сделанного из часовой пружины. Взаимодействие двух магнитов является результатом их

совместной силы, а поскольку катушка ограничена силой незначительного тока, то единственным способом увеличить объединенную мощность двух магнитов было заменить маленькую намагниченную часовую пружину большим мощным магнитом. Этот большой магнит, конечно, был бы слишком тяжелым, чтобы его можно было легко раскачать, и поэтому положения пришлось поменять местами.

Итак, теперь у нас есть два типа гальванометров, оба изначально были изобретены лордом Кельвином. Для некоторых целей шрифт Thomson (его звали Томсон до того, как он стал лордом Кельвином) все еще используется, но в слегка доработанной форме. Его чувствительность такова, что ток в тысячную долю микроампера заметно перемещает световое пятно. А если учесть, что микроампер - это миллионная часть ампера, то это совершенно поразительно.

Но впереди еще более удивительная история об приборе, который может измерять миллионную долю микроампера или одну миллионную миллионной доли ампера. Не всем известно, что все мы являемся обладателями электрического генератора в виде человеческого сердца, но это так, и профессор Эйнтховен из Лейдена, желая исследовать эти токи, идущие от сердца, обнаружил, что нуждается в гальванометре, превосходящем по чувствительности все известные в то время приборы. Даже крошечные иглы или катушки с их крошечными зеркалами имеют некоторый вес и поэтому в значительной степени обладают свойством инерции, в силу чего они неохотно начинают движение и, начав, неохотно останавливаются. Легко видеть, что эта инерция препятствует точной регистрации быстрых изменений мельчайших токов, поэтому энергичный профессор приступил к разработке нового гальванометра, который должен был соответствовать его цели. Это известно как "Струнный гальванометр".

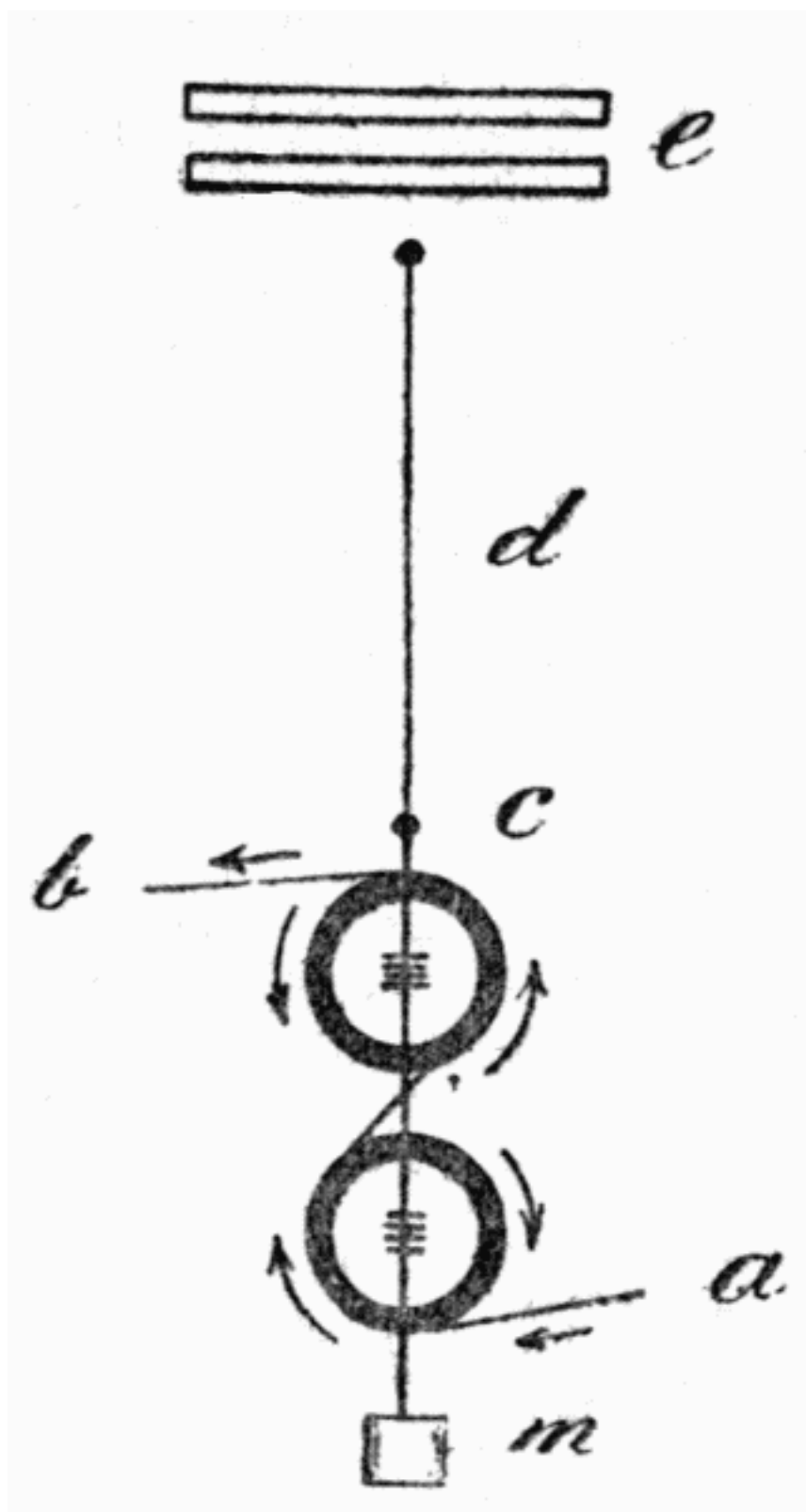


Рис. 1.-Здесь показан принцип действия этого замечательного гальванометра, изобретенного лордом Кельвином, в его новейшей форме. Ток поступает в точку *a*, проходит по катушкам, как показано стрелками, и уходит в точку *b*. Легкий стержень с подвешен на тонком волокне *d*, так что восемь маленьких магнитов расположены в центрах катушек — по четыре в каждой. Ток отклоняет эти магниты и, таким образом, поворачивает зеркало *m* в нижней части стержня. В точке *e* расположены два

больших магнита, которые придают маленьким магнитам необходимую тенденцию оставаться на "нуле".

Основной корпус инструмента представляет собой большой, мощный электромагнит, по форме напоминающий большую пару почти сомкнутых челюстей. Питаемый сильным током, этот магнит создает чрезвычайно сильное магнитное поле в небольшом пространстве между, так сказать, "зубцами". В этом пространстве натянута тонкая нить из кварца, которая почти идеально эластична. Однако он не является проводником, поэтому покрыт тонким слоем серебра. Иногда используется серебряная проволока, но пока не найдено способа вытягивать металлическую проволоку такой толщины, как кварцевое волокно, которое иногда достигает двух тысячных миллиметра или около двенадцати тысячных дюйма. Толщина ста страниц этой книги составляет около дюйма, так что один лист составляет примерно пятидесятидюймовую долю дюйма. Следовательно, волокно, о котором идет речь, можно было бы увеличить в 240 раз, прежде чем оно стало бы таким же прочным, как бумага, на которой напечатаны эти слова.

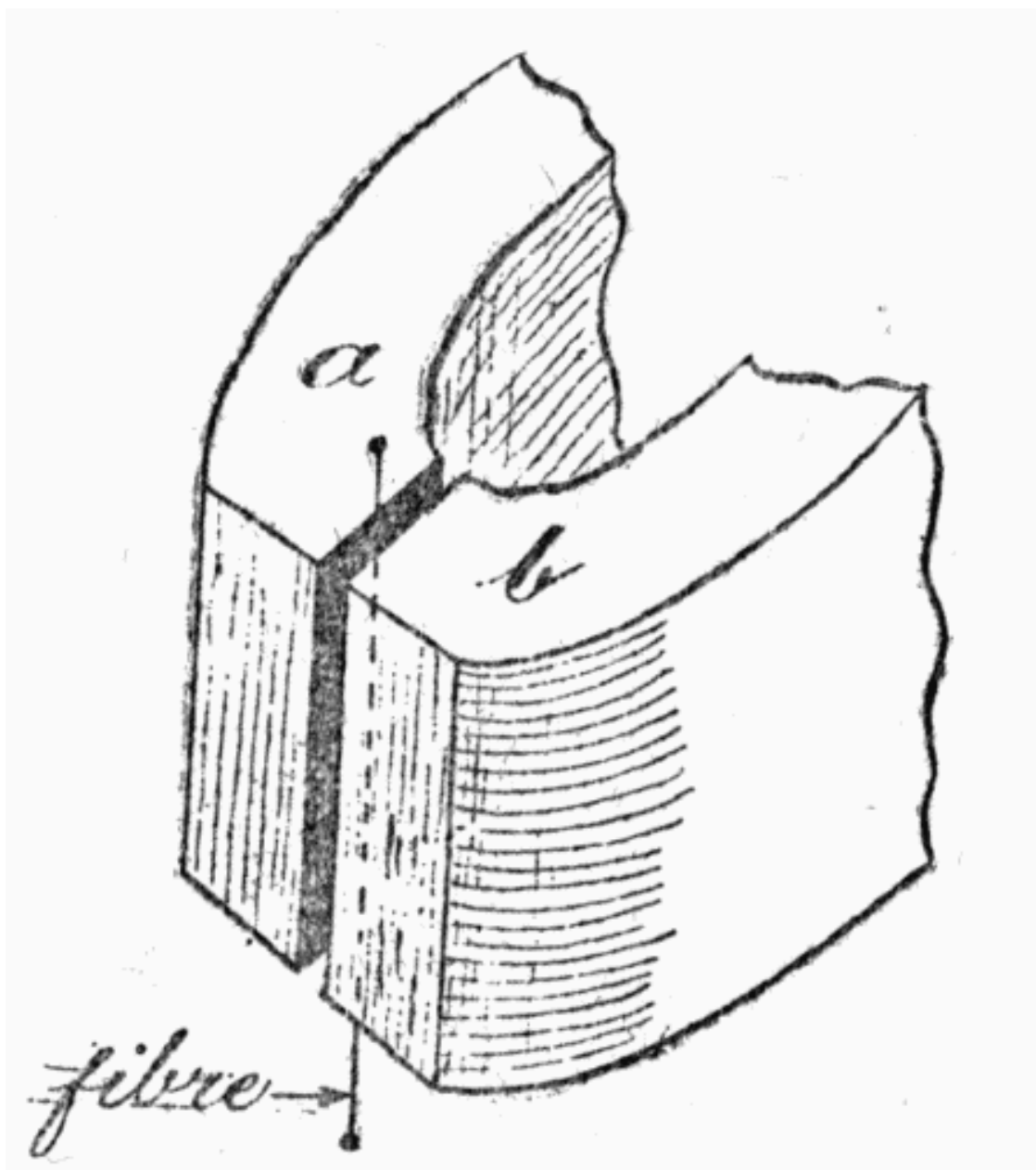


Рис. 2.—Здесь мы

видим рабочие части "Струнного гальванометра", с помощью которого можно электрически регистрировать биение сердца. Ток течет по тонкому посеребренному волокну между полюсами а и b мощного магнита. При изменении тока волокно изгибается в большей или меньшей степени.

Затем измеряемый ток пропускается через растянутое волокно, и взаимодействие магнитного поля, которым затем окружено волокно, с магнитным полем, в которое оно погружено, вызывает его отклонение в одну сторону. Конечно, отклонение чрезвычайно мало, и поскольку нежелательно стеснять его движение весом зеркала, каким бы маленьким оно ни было, пришлось изобрести какое-то другое средство считывания показаний прибора. Это микроскоп, который крепится к одной из челюстей через тонкое отверстие, в котором можно наблюдать за движением волокна. Или, что часто бывает еще лучше, изображение проволоки можно спроецировать через микроскоп на экран или на движущуюся фотопластинку или полосу

фотобумаги. В последнем случае производится постоянная запись изменений протекающего тока.

Таким образом, можно создать электрическую картину работы человеческого сердца. Он держит в руках две металлические ручки или каким-либо другим способом соединен с двумя концами волокна проводами точно так же, как ручки электрошоковой катушки соединены с концами катушки. Слабые токи, вызванные биением его сердца, таким образом, записаны в виде волнистой линии. Такая диаграмма называется "кардиограммой", и кажется, что у каждого из нас есть особая форма кардиограммы, присущая ему самому, так что человека почти можно узнать и отличить от его собратьев по электрическому действию его сердца.

У гальванометра есть близкий родственник - электрометр, поразительная утонченность которого делает его не менее интересным. Это особенно ценно в некоторых важных исследованиях природы и строения атомов.

Следует помнить, что гальванометр измеряет незначительные токи; электрометр измеряет незначительные давления, особенно в небольших электрически заряженных телах.

Каждому проводнику (а все вещи в большей или меньшей степени являются проводниками) можно придать электрический заряд. Любой изолированный провод, например, если его подключить к батарее, станет заряженным — ток потечет по нему и там останется неподвижным. И это то, что мы подразумеваем под зарядом в отличие от тока.

Воздух, сжатый в закрытом сосуде, представляет собой заряд. Воздух, каким бы сжатым он ни был, текущий по трубе, лучше было бы описать как ток.

Представьте себе один из тех баллонов, которые используются для подачи газа под давлением, и предположите, что мы хотим определить давление газа, которым он заряжен. Мы подключаем к нему манометр и смотрим, что показывает стрелка манометра. Происходит следующее: газ из баллона поступает в маленький сосуд, который представляет собой манометр, и там регистрирует свое собственное давление.

То же самое относится и к электрометрам. Точно так же, как манометр измеряет давление воздуха или газа в каком-либо сосуде, электрометр измеряет электрическое давление в заряженном теле.

Далее, некоторые из заряженных тел, которыми так интересуется изучающий физику, гораздо меньше, чем можно увидеть в самый мощный микроскоп. Каким удивительно миниатюрным и деликатным должен быть инструмент, на который может воздействовать крошечный заряд, который может нести такое маленькое тело.

Здесь будет интересно описать эксперимент, проведенный профессором Резерфордом с электрометром, с помощью которого он определил, сколько молекул содержится в сантиметре газа, число, которое очень важно знать, но очень трудно установить, поскольку молекулы слишком малы, чтобы их можно было разглядеть. Это число, кстати, известно науке как "постоянная Авогадро".

Каждый слышал о радиации и знает, что он находится в состоянии, которое лучше всего можно описать как длительный взрыв. Он всегда выбрасывает мельчайшие частицы. Днем и ночью, из

года в год, он выпускает эти чрезвычайно мелкие снаряды, которых существует два вида, один из которых, по-видимому, состоит из атомов гелия.

Несколько лет назад, когда о радиации много говорили и имена месье и мадам Кюри были у всех на устах, продавались маленькие игрушки, изобретение, я полагаю, сэра Уильяма Крукса, под названием спинтарископы. Каждый из них состоял из короткой латунной трубки с маленькой линзой на одном конце. Глядя через линзу в темной комнате, можно было увидеть маленькие блики на стенках трубки. Эти брызги были вызваны крошечным пятнышком радия в середине трубки, атомы гелия из которого, бомбардируя внутреннюю поверхность трубки, вызывали искры.

Теперь, если мы сможем сосчитать эти всплески, мы сможем сказать, сколько атомов гелия выделяется в минуту. И если затем мы посчитаем, сколько минут требуется, чтобы накопить кубический сантиметр гелия, мы легко сможем подсчитать, сколько атомов приходится на кубический сантиметр. Но трудность в том, чтобы их сосчитать.

Поэтому ученый профессор призвал на помощь электрометр. Он не мог сосчитать все отлетевшие атомы, поэтому поместил кусочек радия на один конец трубки, а электрометр - на другой. Время от времени атом пролетал прямо через трубку и вылетал на дальнем конце. И поскольку каждый из этих атомов радия заряжен электричеством, каждый из них, когда он появлялся, приводил в действие электрометр. Таким образом, просто наблюдая за подергиванием прибора, можно было подсчитать, сколько атомов прошло через трубку — один атом за одно подергивание. И по размеру и положению трубки можно было подсчитать, какая доля всего количества выпущенных пуль пройдет таким образом.

Результат эксперимента показал, что в кубическом сантиметре гелия содержится количество атомов, равное 256, за которыми следуют семнадцать нулей. А поскольку гелий - одно из немногих веществ, молекула которого состоит всего из одного атома, то это тоже количество молекул.

А теперь, пожалуйста, подумайте об этом. Кубический сантиметр размером примерно с шарик для мальчика. В нем содержится огромное количество молекул, о которых только что говорилось. И электрометр смог обнаружить их наличие *по одному за раз*. Нужно ли добавить еще несколько слов о непостижимой деликатности инструмента.

В своей простейшей форме электрометр называется "электроскоп". Две полоски сусального золота подвешены своими концами под стеклянным или металлическим абажуром. Поскольку они обычно висят, они находятся в непосредственной близости. Их верхние концы фактически соприкасаются и прикреплены к небольшому вертикальному проводнику. Заряд, передаваемый маленькому проводнику, пройдет вниз, в листья, и поскольку он зарядит их оба, они будут отталкиваться друг от друга так, что их нижние концы разойдутся в стороны. Такой прибор очень чувствителен, но из-за чрезвычайной тонкости листьев очень трудно точно определить величину их движения и, таким образом, определить заряд, который был им передан.

Таким образом, в более позднем усовершенствовании используется только одна полоска сусального золота, а вместо другой используется медная полоска. Таким образом, весь механизм находится в одном сусальном листе, поскольку медная полоска сравнительно жесткая, и можно организовать измерение движения этого единственного кусочка сусального золота с помощью микроскопа.

Другим основным видом электрометров, которым мы, как и гальванометрами, обязаны удивительной изобретательности лорда Кельвина. В этом случае движущаяся часть представляет собой полоску тонкого алюминия, которая подвешивается в горизонтальном положении с помощью, как правило, тонкого кварцевого волокна. Поскольку необходимо, чтобы это волокно было проводником, которым кварц не является, оно гальванически покрыто серебром. Таким образом, заряд, поступающий на верхний конец волокна, где оно прикреплено к корпусу, поступает вниз к алюминиевой "игле", как ее называют. Теперь игла может свободно вращаться взад-вперед между двумя тщательно изолированными металлическими пластинами. Каждая пластина разрезана на четыре сектора, противоположные из которых электрически соединены, при этом все они изолированы от ближайших соседей. Один набор квадрантов заряжается батареей положительно, а другой - отрицательно, но эти заряды не оказывают никакого влияния на иглу до тех пор, пока она сама не зарядится. Однако, как только это происходит, они поворачивают его, и величина его движения указывает на величину заряда на игле и, следовательно, на давление, действующее на заряженное тело, с которым оно соединено. Кроме того, направление его движения показывает, является ли заряд положительным или отрицательным.

К стрелке прикреплено маленькое зеркальце, так что малейшее ее движение обнаруживается по движению светового пятна, как в случае с зеркальными гальванометрами. Приборы, подобные этим, называются "Квадрантными электрометрами".

Мои читатели, вероятно, помнят также уже упомянутый "Струнный гальванометр". Для этой цели была адаптирована та же идея. Тонкое волокно натягивается между двумя заряженными проводниками, в то время как само волокно подсоединяется к телу, заряд которого измеряется. Заряд, который он получает от тела, вызывает его отклонение, которое измеряется с помощью микроскопа.

Во всех случаях передачи электроэнергии на большие расстояния для освещения или выработки электроэнергии токи являются "переменными". Они текут сначала в одну сторону, затем в другую, меняясь местами, возможно, двадцать раз в секунду, а может быть, двести или даже больше раз за этот короткий период. Некоторые электрические железные дороги работают на переменном токе, и он используется для освещения в той же степени, что и постоянный ток, и является столь же удовлетворительным.

В беспроводной телеграфии это очень важно. Однако в этом случае развороты могут происходить *миллионы* раз в секунду. Следовательно, чтобы отличить сравнительно медленно меняющиеся токи с "частотой" или "периодичностью" в несколько сотен оборотов в секунду от этих гораздо более быстрых, о последних чаще говорят как об электрических колебаниях. И эти переменные и колеблющиеся токи необходимо измерять точно так же, как это делают постоянные токи. Однако во многих случаях одни и те же приборы не отвечают. Поэтому возник класс замечательных измерительных приборов, специально разработанных для этой цели, с помощью которых не только инженер станции знает, что делают его динамо-машины переменного тока, но и радист может сказать, что происходит в его аппаратуре, исследователь может исследовать тонкости токов, с которыми он работает, и приборы для любых целей могут быть спроектированы и работать с системой и разумом, которые были бы невозможны, если бы не возможность измерять поведение тонкого тока при любых условиях.

Одна из проблем, связанных с измерением этих переменных токов, заключается в том, что они очень неохотно проходят через катушку.

Один из методов, с помощью которого можно преодолеть эту трудность, уже упоминался случайно. Я имею в виду нагрев провода, по которому проходит ток. Это совершенно одно и то же, независимо от того, будет ли ток переменным или постоянным.

Один из простейших приборов этого класса был присвоен немцами, которые назвали его "Электрическим термометром Рейсса", хотя на самом деле он был изобретен почти столетие назад сэром Уильямом Сноу Харрисом. Он состоит из стеклянной колбы на одном конце стеклянной трубки. Ток пропускается по тонкой проволоке внутри этой колбы, и когда проволока нагревается, воздух внутри колбы расширяется. Это расширение перемещает маленький шарик ртути, который находится в трубке и который образует указатель, с помощью которого считываются показания прибора. При повышении температуры проволоки ртуть вытесняется из колбы, при понижении температуры она возвращается обратно. И поскольку температура изменяется при прохождении тока, то движение ртути является мерой силы тока.

Другой способ - использовать "выпрямитель". Это проводник, обладающий особым свойством пропускать ток в одну сторону, но не в другую. Таким образом, он устраняет все переменные токи и преобразует переменный ток в серию прерывистых токов, все в одном направлении. Таким образом, выпрямленный ток вряд ли описывается термином "непрерывный", но все же это "непрерывный ток" в том смысле, что поток всегда идет в одном и том же направлении, и поэтому его можно измерить обычными приборами непрерывного тока. Трудность заключается в том, что существует некоторое сомнение относительно связи между величиной выпрямленного тока, которую регистрирует гальванометр, и величиной переменного тока, который, в конце концов, является величиной, действительно подлежащей измерению. О том, как осуществляется исправление, будет снова рассказано в главе о беспроволочной телеграфии.

Но если вернуться к термогальванометрам, как называются те, которые определяют силу тока по выделяемому им теплу, то у простого маленького изобретения сэра Уильяма Сноу Харриса есть более сложные преемники, из которых, возможно, наиболее интересными являются те, которые связаны с именем мистера У. Дадделла, который сделал этот предмет в значительной степени своим. Помимо того, что они представляют интерес как удивительно тонкие измерительные приборы, они представляют дополнительный интерес, поскольку знакомят нас с еще одним странным явлением в электричестве. Мы только что отметили тот факт, что электричество вызывает нагрев. Теперь мы увидим прямо противоположный процесс, при котором тепло создает электрическое давление и ток. И особенностью приборов мистера Дадделла является то, как эти две вещи сочетаются. Окольным, но очень эффективным способом он выпрямляет измеряемый ток, поскольку сначала преобразует часть переменного тока в тепло, а затем преобразует это тепло в постоянный ток.

Если два куска разнородных металлов соединить вместе своими концами так, чтобы образовалась цепь, и одно из соединений нагреть, возникнет электрическое давление, которое вызовет протекание тока по цепи. Направление, в котором он будет течь, будет зависеть от используемых металлов. Величина давления также будет зависеть от используемых металлов в сочетании с температурой соединений. Однако для любой данной пары металлов сила, а следовательно, и объем тока, будут меняться в зависимости от температуры. На самом деле это

будет разница в температуре между горячим и холодным спаями, но если мы устроим все так, что холодный спай всегда будет оставаться примерно одинаковым, ток, который течет, будет меняться в зависимости от температуры горячего. Следовательно, величина этого тока будет измерять температуру. Такое устройство известно как термопара и находит широкое применение во многих производственных процессах в качестве средства измерения температур.

Таким образом, в термогальванометрах Дадделла переменный ток сначала подводится к "нагревателю", состоящему из тонкого платинированного кварцевого волокна или тонкой металлической проволоки. Прямо над нагревателем висит термопара, состоящая из двух маленьких брусков, один из которых сделан из висмута, а другой - из сурьмы. Эти два элемента соединены вместе своим нижним концом, где они почти соприкасаются с нагревателем, но их верхние концы немного разведены друг от друга, однако соединены петлей, образованной из серебристой полоски. Это устройство будет совершенно ясно из прилагаемого эскиза, и можно заметить, что петля имеет такую форму, что все это можно легко подвесить на тонком волокне, которое позволит ей легко раскачиваться, подобно катушке в зеркальном гальванометре.

Это действительно качающаяся катушка гальванометра, выполненная с одним витком вместо множества витков, обычных для обычных приборов, и из рисунка видно, что прямо над верхней частью петли закреплено зеркало.

Таким образом, эта катушка с термопарой на нижнем конце подвешивается между концами мощного магнита примерно так же, как расположено волокно гальванометра Эйнтховена. Измеряемый переменный ток проходит через нагреватель. Температура нагревателя повышается. Это нагревает нижний конец термопары. Мгновенно вокруг серебряной полоски, образующей катушку, начинает циркулировать постоянный ток, и это, действуя точно так же, как ток в обычном гальванометре, заставляет катушку более или менее вращаться, на что указывает пятно света от зеркала. Таким способом можно измерить ток всего в двадцать микроампер (или двадцать миллионных долей ампера).

Мистер Дадделл также усовершенствовал замечательный прибор, называемый Осциллографом, для странной цели получения реальных снимков увеличения и уменьшения силы тока в цепях переменного тока.

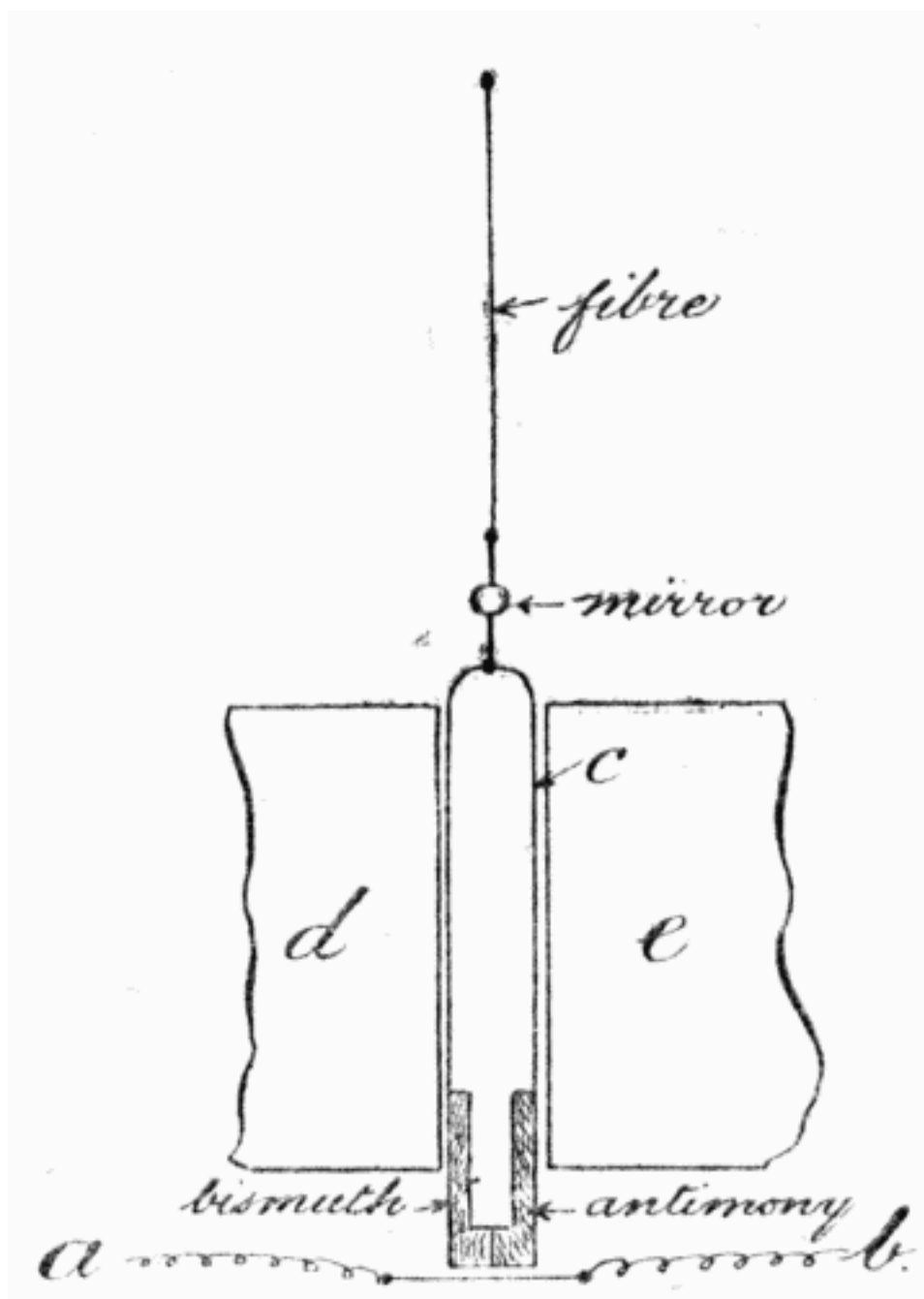


Рис. 3. Термогальванометр

"Дадделл". В этом замечательном приборе переменный ток поступает в точку а, проходит по тонкой проволоке и выходит из точки Б. При этом он нагревает проволоку, которая, в свою очередь, нагревает нижний конец стержней из висмута и сурьмы. Это генерирует непрерывный ток, который циркулирует по петле из серебряной проволоки с, которая, поскольку она висит между полюсами магнита d и e, таким образом, более или менее вращается. Величина поворота указывает на силу переменного тока.

Чтобы осознать почти чудесную тонкость этих замечательных инструментов, нам нужно прежде всего составить мысленную картину того, что происходит в цепи, по которой проходит переменный ток. Начинает течь ток: он постепенно увеличивается в объеме, пока не достигнет своего максимума; затем он начинает затухать, пока не станет нулевым; затем он начинает расти в противоположном направлении, увеличивается до своего максимума и снова затухает.

Этот цикл событий происходит снова и снова со скоростью, которая может составлять сотни раз в секунду. Теперь для реальной эффективной работы электрического оборудования, работающего на переменном токе, очень необходимо точно знать, как происходят эти изменения — происходят ли они постепенно, ток растет и увеличивается в объеме регулярно и устойчиво, или нерегулярно, скачкообразно? Инженерам очень нравится представлять такие изменения в виде диаграмм, и в этом случае чередования представлены волнистой линией, и очень важно получить реальную диаграмму, показывающую не то, какими изменения должны быть в соответствии с теорией, а то, чем они действительно являются на практике. Тогда можно увидеть, является ли "волновая форма" тока такой, какой она должна быть.

Мы снова должны обратиться мыслями к струнному гальванометру. В этом случае, следует помнить, имеется проводящее волокно, проходящее между концами или полюсами мощного магнита, результатом расположения которого является то, что при прохождении тока через волокно оно изгибается под действием магнитных сил, создаваемых вокруг него. Если ток проходит в одну сторону, скажем, вниз, волокно будет изогнуто в одну сторону, в то время как если оно пройдет вверх, то будет изогнуто в противоположную сторону. Предположим тогда, что у нас есть два волокна вместо одного, и что мы посылаем ток вверх по одному и вниз по другому. Одно будет изогнуто внутрь, а другое наружу. Затем предположим, что мы прикрепляем маленькое зеркало к центру волокон так, чтобы одна его сторона была прикреплена к одному волокну, а другая - к другому. По мере продвижения одного волокна вперед и отступления другого зеркало будет поворачиваться в большей или меньшей степени. Следовательно, по мере увеличения или уменьшения тока, протекающего в волокнах, или изменения направления, зеркало будет поворачиваться более или менее в ту или иную сторону.

Пятно света, отбрасываемое зеркалом, будет затем перемещаться из стороны в сторону с различными вариациями, и если его направить на быстро движущуюся полоску фотобумаги, на бумаге появится волнистая линия, которая будет точно отражать изменения в потоке.

По своему действию, конечно, он мало чем отличается от обычного зеркального гальванометра, но его особенность заключается в механическом расположении его частей, которые позволяют ему двигаться с достаточной скоростью, чтобы следить за быстро сменяющимися друг друга изменениями, которые необходимо исследовать. Он гораздо менее чувствителен, чем, скажем, гальванометр Томсона, но последний не может реагировать достаточно быстро для этой конкретной цели.

ГЛАВА III

ТОПЛИВО БУДУЩЕГО

Теперь мы ненадолго вступаем в область органической химии, отрасли знаний, представляющей величайший интерес, поскольку она охватывает вещества, из которых построены наши собственные тела, продукты, которые мы едим, и напитки, которые мы пьем, помимо множества других вещей, представляющих для нас огромную ценность.

Хотя старое разделение химии на неорганическую и органическую все еще сохраняется для удобства, старые границы между ними в значительной степени стерлись. Различие возникло из того факта, что раньше существовало (и все еще существует в очень значительной степени) множество очень сложных веществ, состав которых известен, поскольку их можно проанализировать или разобрать на части, но которые человеческий ум не смог собрать воедино. Следовательно, эти вещества могли быть получены только из органических тел. Живые деревья или животные могли каким-то таинственным образом создавать эти соединения, но человек не мог. Молекулы этих веществ гораздо сложнее тех, с которыми имеет дело химик-неорганик. Важным ингредиентом во всех них является углерод, который вместе с водородом, азотом и кислородом почти завершает список простых элементов, из которых состоят эти удивительные вещества. В некоторых случаях в молекуле, по-видимому, сотни атомов.

Если взглянуть на учебник по органической химии, то можно увидеть, что страницы сплошь испещрены буквами С и О, N и H, лишь изредка встречающимися символами для обозначения какого-либо другого элемента.

Еще одна особенность этой отрасли, которая не может не поразить случайного наблюдателя, - это странные названия, которыми обладают многие вещества. Триметиланилин, трифенилметан и мононитрофенол - вот несколько примеров, которые случайно всплывают в памяти, и они ни в коем случае не самые длинные или странно звучащие.

Еще одна особенность этих органических веществ состоит в том, что некоторые из них, каждое из которых сильно отличается от других, могут образовываться из одних и тех же атомов. Определенные атомы водорода, серы и кислорода образуют серную кислоту, и при каких бы условиях они ни соединялись, они никогда не образуют ничего другого. С другой стороны, существует шестьдесят шесть различных веществ, и все они состоят из восьми элементов углерода, двенадцати элементов водорода и четырех элементов кислорода. Это может означать только то, что в таких случаях, как последний, атомы имеют разные группировки и что, сгруппированные одним способом, они образуют одно, другим способом - какое-то другое и так далее. Это объясняет чрезвычайную трудность, с которой сталкивается химик при получении некоторых из этих органических веществ.

Время от времени мы поражаемся, когда какой-нибудь выдающийся человек заявляет, что придет время, когда мы сможем создавать живые существа, когда в лаборатории появятся живые коровы и овцы, птицы и насекомые, даже человек с собственным разумом и душой. И все же нельзя не чувствовать, что такие люди, независимо от того, насколько велик их авторитет, просто "морочат голову обществу", если использовать разговорное выражение. Поскольку они безнадежно не умеют делать многие из самых обычных вещей. Во многих случаях, когда они хотят произвести органическое вещество, им приходится прибегать к помощи какого-нибудь живого существа, которое сделало бы это за них, даже если это всего лишь скромный микроб. Ибо микробы совершают удивительные подвиги в химии, намного превосходящие достижения самых выдающихся людей. Следовательно, последние очень разумно используют микроб, заставляют его работать на себя, просто наводят порядок, а затем стоят в стороне, пока микроб выполняет работу.

Таким образом, большинство вещей можно проанализировать, то есть разобрать на части, в то время как многие вещи теперь можно синтезировать, то есть построить из составляющих их

атомов, но все еще остается великое множество, и среди них самые важные, синтез которых полностью ставит человека в тупик. Одно из самых полезных и широко распространенных веществ, например, целлюлоза, в настоящее время, по крайней мере, совершенно недоступно для нас. Мы даже не знаем, сколько атомов содержится в молекуле целлюлозы. Насколько нам известно, молекулы могут содержать тысячи атомов. Действительно, многие из этих органических веществ имеют очень большие молекулы.

И даже если бы химик был способен создавать все виды органической материи, он все равно был бы так же далек от создания *живой* материи, как и прежде. Раньше индиго получали исключительно из растений с таким названием. Одним из величайших триумфов химика-органика было получение искусственного индиго. Но он, как никогда, далек от создания растения индиго. Утверждается, что "синтетический" каучук - это в точности то же самое, что и натуральный каучук, хотя некоторые пользователи говорят, что это не совсем то же самое. И все же, если это так, то это мертвый каучук, а не живая часть растения. Таким образом, бесконечно далеко то время, когда химик сможет создать что-либо, обладающее свойствами жизни, а именно расти путем аккреции изнутри и воспроизводить себе подобных. Самый замечательный продукт лаборатории мертв. В лучшем случае он просто напоминает то, что *когда-то* было живым.

Но это в некотором роде отступление. Эта диссертация по органической химии была просто задумана для того, чтобы подвести к вопросу о жидком топливе, все из которых являются органическими.

В современной жизни одной из самых важных вещей является нефть. Это разновидность жидкого угля. Как именно он образовался в глубинах земли, неясно. Одна из идей заключается в том, что это происходит в результате разложения животного и растительного вещества. Другой заключается в том, что определенные вулканические породы, которые, как известно, содержат карбид железа, могли в прошлые века под воздействием пара выделять нефть, или парафин, если использовать другое название для того же явления.

Во многих частях мира эти залежи нефти добываются путем проходки скважин и откачки нефти. В других случаях жидкость вытекает без необходимости откачки вообще. Считается, что это связано с тем, что работает давление воды. Артезианские скважины, из которых вода течет сама по себе, довольно знакомы, и их появление связано с тем фактом, что какой-то подземный резервуар, из которого открывается скважина, питается по естественным трубам, на самом деле трещинам в породе, из какой-то точки, расположенной выше устья скважины. Теперь предположим, что резервуар с нефтью также сообщался с верхним миром таким же образом, нисходящая вода опускалась бы на дно, под более легкое масло, и таким образом поднимала бы его, так что при открывании масло вытекало бы наружу.

Другим источником минерального масла является сланец, который можно найти в обширных залежах на юго-востоке Шотландии. Этот сланец добывается так же, как уголь: затем его нагревают в ретортах, как нагревают уголь на газовых заводах, и выделяющийся пар при конденсации образует жидкость, подобную сырой нефти.

Во всех этих случаях исходное масло представляет собой смесь множества сортов, по-разному отличающихся друг от друга. Все они являются "гидроуглеродами", что означает соединения углерода и водорода, и они простираются от кимогена (молекулы которого содержат четыре

атома углерода и десять атомов водорода) до парафина, в котором содержится где-то от тридцати двух атомов углерода до шестидесяти шести атомов водорода. Для практических целей их наиболее важным отличием является температура, при которой они кипят или быстро превращаются в пар.

Это формирует средства, с помощью которых они сортируются. В огромном перегонном кубе, подобном паровому котлу, сырая или смешанная нефть постепенно нагревается, а выделяющийся газ направляется в охлаждающий сосуд, где он охлаждается обратно до жидкого состояния. Самый легкий из всех, кимоген, выделяется даже при температуре замерзания воды. Его отводят в одну камеру и там конденсируют. Затем, когда температура повышается до 18 ° C, выделяется риголен: его собирают и конденсируют в другом сосуде. При температуре от 70° до 120° образуются петролейный эфир и нефтяная нефть, которые вместе составляют то, что обычно называют бензином. При температуре от 120° до 150° образуется петролейный бензин. Все вышеперечисленное, вместе взятое, составляет примерно 8-10% от всей сырой нефти. Затем между 150° и 300 ° выделяется большая часть масла, почти 80%, керосина или парафина, которые мы сжигаем в лампах. При температуре выше 300 ° образуется другое масло, которое используется для смазки, а также бесценный вазелин, и, наконец, когда перегонному кубу дают остыть, остается твердый осадок, известный как парафин. Этот процесс известен как фракционная дистилляция, и следует отметить, что он заключается, по существу, в раздельном сборе и сжижении тех паров, которые выделяются при различных диапазонах температур. Для нашей цели в этой главе мы в основном рассматриваем бензин и керосин.

В прошлые времена было предпринято много попыток использовать керосин для растопки котлов паровых машин. В настоящее время на военно-морских судах так используется очень много. Но основным методом использования масла для выработки энергии является его использование в двигателе внутреннего сгорания. Эти машины были подробно рассмотрены в *"инженерии наших дней"* и *современных механических изобретениях*, поэтому здесь их следует просто упомянуть. Они состоят из двух типов. В одном из них, примером которого является обычный автомобильный или велосипедный мотор, масло газифицируется в резервуаре, называемом карбюратором или испарителем, а затем подается в цилиндр двигателя вместе с воздухом, необходимым для его сгорания. В нужный момент искра воспламеняет смесь, которая внезапно сгорает, вызывая внезапное расширение, другими словами, взрыв. Таким образом, мощность двигателя определяется последовательностью взрывов. Если в качестве топлива используется бензин, то он испаряется при обычной температуре двигателя и не требует дополнительного нагрева. Однако в случае с керосином в испарителе необходимо использовать тепло, чтобы он легко превращался в газ.

Другой метод используется в двигателях нового типа "Дизель", при котором цилиндр двигателя, уже заполненный горячим воздухом, распыляет в него струю масла. Тепло воздуха приводит к тому, что он воспламеняется, вызывая расширение, которое приводит в действие двигатель.

Важной особенностью двигателей последнего типа является то, что масло сгорает почти полностью, так что можно использовать очень тяжелые масла, масла, которые при использовании в двигателях другого типа забили бы цилиндр сажей. Другими словами, ассортимент масел, которые могут быть использованы в этом новом типе двигателей, намного шире, чем это возможно в других. Последнего можно сравнить с привередливым человеком, который очень разборчив в еде, в то время как первый напоминает человека с большим

аппетитом, который может съесть все, что угодно. И точно так же, как местным властям легче обеспечить человека последнего сорта, дизельный двигатель значительно упрощает проблему обеспечения жидким топливом.

Ибо никогда не следует забывать, что обеспечение мира жидким топливом ни в коем случае не является простым делом, поскольку его запасы ни в коем случае не являются достаточными. Добыча исчисляется тысячами миллионов галлонов, и весь мир находится в поиске новых месторождений нефти, и все же вся она поглощается так быстро, как только может быть добыта, в то время как угольные шахты не чувствуют конкуренции. Примерно год назад Соединенные Штаты и Россия (а они являются крупнейшими производителями) добыли 5 000 000 000 галлонов нефти, что, по-видимому, является огромным количеством. Но, с другой стороны, одна только Великобритания производит более 250 000 000 тонн угля в год. Таким образом, если жидкое топливо должно вытеснить уголь, как некоторые люди легкомысленно полагают, что это произойдет, то его запасы придется увеличить во много раз. По количеству тепла, которое он способен давать, один только уголь Великобритании превосходит нефть, производимую во всем мире.

И еще одна вещь, которую следует иметь в виду, заключается в том, что когда угольщик спускается в пласт и сам видит, что там находится, в то время как нефтедобытчик просто остается на поверхности и добывает нефть насосом, угольщик знает гораздо больше о том, сколько там еще осталось, чем нефтяник. Мы знаем, что запасов угля хватит на долгие годы, даже если добыча продолжит увеличиваться, в то время как поставки нефти могут сократиться в ближайшем будущем вместо увеличения.

И в обоих случаях мы расходуем капитал. Уголь сейчас на земле не производится, во всяком случае, в сколько-нибудь заметных количествах. Этап истории Земли, благоприятный для образования угольных месторождений, давно прошел. И то же самое, вероятно, относится к нефти.



С разрешения компании

Dupont Powder Co.

Яблоня, посаженная лопатой

Эта яблоня была посажена обычным способом, с помощью лопаты. Сравните его размер с размером, показанным на следующем рисунке на стр. 48.

В этой связи интересно отметить, что уголь сам по себе в определенной степени является или, во всяком случае, может быть источником нефти. Когда уголь нагревают, чтобы заставить его выделять газ или превратить его в кокс, выделяются пары, которые при охлаждении превращаются в каменноугольную смолу. Когда-то считавшийся всего лишь сырым видом краски, сейчас он является источником, из которого получают многие химические вещества, начиная от фотохимикатов и заканчивая сахарином, заменителем сахара. Эти продукты настолько ценны, что на смолу существует большой спрос не только в производстве масел, но и в других областях, но из нее также получают масла различных видов.

Первым этапом операции является фракционная перегонка, аналогично способу, только что описанному для нефти. Первая "фракция" - это "каменноугольная нефть". Затем следует "карболовое масло", за ним "тяжелое" или "креозотовое масло", антраценовое масло, и, наконец, при охлаждении в перегонном кубе остается твердый остаток, известный как каменноугольный пек. При повторной перегонке нефть дает, среди прочего, бензин, из которого изготавливают знаменитые анилиновые красители и который полезен во многих отраслях промышленности. Креозот в основном используется в качестве консерванта для древесины, его вводят в древесину под высоким давлением, так что он проникает прямо в нее и предотвращает гниение, какой бы влажной она ни была. Таким образом обрабатываются железнодорожные шпалы, небольшие партии которых на грузовиках загружаются в чугунный туннель, который затем герметизируется с обоих концов, в то время как креозот нагнетается мощными насосами. После такой обработки они могут долгое время лежать почти погребенными во влажном балласте без каких-либо повреждений.

Все эти вещества, образующие каменноугольную смолу, очень похожи на нефть и ее продукты, углеводороды, соединения водорода и углерода в различных пропорциях. Многие из них можно было бы использовать в качестве топлива.

Но поскольку они основаны на запасах угля, которые сами по себе ограничены, они могут, как бы их ни использовали, сделать больше, чем предотвратить тот злой день, когда запасы будут исчерпаны.

Совсем иначе обстоит дело с алкоголем, который, по-видимому, может стать топливом будущего. Некоторые люди будут склонны воскликнуть: "Какая жалость сжигать это!", поскольку для многих это слово передает идеи совершенно другого рода. Однако в наши дни есть много людей, которые, подобно писателю, не проявляют к этому никакого, кроме научного интереса. Для таких виски, например, является всего лишь "нечистым" алкоголем, и именно без "примесей" оно может принести огромную пользу миру, возможно, таким образом отплатив человеку за часть вреда, который оно причинило ему в прошлом.

Спирт, опять же, является углеводород. На самом деле правильнее говорить о нем во множественном числе, как "спирты", поскольку существует большая группа веществ с одинаковым названием. Два из них имеют наибольшее значение - метиловый спирт и этиловый спирт. Первый получают из древесины, поэтому его иногда называют древесным спиртом. Древесина сильно нагревается в чугунном котле, и метиловый спирт выделяется в виде пара, который при сборе и охлаждении конденсируется в жидкость. Он чрезвычайно неприятен на вкус: если бы это был единственный сорт, алкоголь не употреблялся бы как напиток.

Упомянутый второй вид получается с помощью микробов, и история его производства настолько интересна, что требует небольшого места.

Начнем с солодовщика. Он выполняет первую часть операции. Начиная с обычного ячменя, под действием тепла, которому способствует естественный рост, он производит сырье, скоторым может работать пивовар. Теперь ячмень, как и все зерновые, в значительной степени состоит из крахмала, и хотя из крахмала не образуется спирт, его можно превратить в сахар, который будет. Таким образом, задача солодовника - начать превращение крахмала в зерне в сахар.

Прежде всего его замачивают в воде, раскладывают по полу и нагревают до тех пор, пока он не начнет прорасти. В каждом зерне есть небольшая частичка, называемая эндоспермом, которая является зародышевым растением, и крахмал на самом деле является пищей, предоставленной природой для питания растущего эндосперма до тех пор, пока он не окрепнет настолько, чтобы получать питание из почвы. Чтобы его нельзя было смыть преждевременно, крахмал природой заперт в плотно скрепленных ячейках, и, более того, он нерастворим, так что вода не может его унести. Эндосперм, однако, имеет в своем распоряжении определенные вещества, известные как ферменты (и их запас увеличивается по мере роста), одно из которых способно растворять стенки клеток, открывая, так сказать, сокровища, в то время как другое превращает нерастворимый крахмал в растворимое вещество, в этом состоянии растущий организм способен использовать его в качестве пищи.

Таким образом, когда зерно прорастает на полу солодовни, этот процесс продолжается — ячейки раскрываются, и их содержимое превращается из крахмала в растворимые вещества. Затем, когда рост зашел достаточно далеко, зерно переносят в печь для обжига, где оно подвергается нагреванию, в результате чего рост прекращается. Фактически живая часть зерна погибает. Это делается главным образом для того, чтобы молодое растение не съело измененный крахмал, который оно могло бы усвоить, если бы было время, но который пивовар хочет сохранить для собственного употребления.

Задача солодовщика теперь выполнена, и мы подходим к пивовару. Первое, что он делает с солодом, - это размельчает его между булочками, тем самым полностью высвобождая те вещества, которые образовались из крахмала и которые он намеревается превратить в сахар. Измельчив его, он помещает в "бочку для пюре", большой резервуар из дерева или железа, в котором оно смешивается с водой и подвергается нагреванию. Находясь в этом сосуде, ферменты снова активизируются и превращают растворимый крахмал или его часть в своего рода сахар.

Жидкость, вытекающая из бочки для сусла, содержащая, конечно же, сахар, впоследствии кипятится, добавляются многочисленные ароматизирующие вещества (включая хмель), а затем снова охлаждается, готовая к заключительному процессу — брожению.

Это происходит в большом чане или "бочке" и достигается за счет дрожжей, которые добавляются в жидкость.

Итак, дрожжи - это множество микроскопических растений круглой формы и около одной трехтысячной дюйма в диаметре. Несмотря на свои размеры, этот маленький организм на самом деле довольно сложен по своей структуре, и в его маленьком теле происходят сложные химические изменения, которые совершенно сбивают с толку самого ученого химика. Кроме того, ему еще предстоит выяснить, как это происходит на маленьком дрожжевом заводе. Он не

только не может имитировать процесс, но и не знает, что это за процесс. Эти маленькие организмы размножаются главным образом в процессе "отпочковывания". Из каждого старого вырастает новый, быстро достигает зрелости, отделяется и начинает самостоятельное существование. Как только она становится свободной, она, в свою очередь, дает начало другой. Действительно, ее стремление к саморазмножению настолько велико, что иногда новая клетка начинает выбрасывать почку еще до того, как сама отделится от родительской. Поэтому легко увидеть, что количество дрожжей увеличивается за счет того, что некоторые называют "скачками", но математически мыслящие люди знают как геометрическую прогрессию.

Особая форма сахара, о которой мы здесь говорим, известна как "декстроглюкоза". При этом дрожжи распадаются на спирт и углекислый газ. Последний всплывает на поверхность и улетучивается в воздух, в то время как спирт растворяется в водянистой жидкости. Считается, что дрожжи выполняют эту операцию не напрямую, а путем выработки определенных ферментов, которые, в свою очередь, воздействуют на сахар.

Образовавшаяся таким образом жидкость - пиво. Но поскольку нас интересует именно алкоголь, а не пиво, многие детали, связанные с его изготовлением, были опущены. Однако было сказано достаточно, чтобы показать, что с помощью сравнительно простых процессов зерно всех видов, фактически все, что содержит крахмал, а такие продукты можно найти в изобилии во всем мире, может быть превращено в спирт. Все действительно сложные химические функции выполняются живыми организмами легко и дешево. Все, что нужно сделать человеку, - это создать условия, при которых организмы могут работать.

В только что описанном процессе только часть крахмала в зерне превращается в сахар, следовательно, процентное содержание алкоголя в пиве сравнительно невелико. Если весь крахмал превратить, получится жидкость, гораздо более крепкая по содержанию спирта, а если ее дистиллировать, чтобы отделить спирт от воды, с которой он смешан, получается виски. Бренди, аналогично, - это спирт, получаемый из вина, ром - из патоки и так далее. Во всех этих знакомых напитках существенной особенностью является один и тот же алкоголь, разновидность, известная как этиловый спирт.

Следует отметить, что при приготовлении пива спирт фактически образуется в воде. Существует сахаристая вода, которая под действием дрожжей превращается в спиртовую воду. И это указывает на очень полезное свойство жидкости при использовании в промышленных целях. Бак, наполненный бензином, чрезвычайно опасен, настолько, что хранение бензина ограничено всевозможными мерами предосторожности. Опасность заключается в том, что он выделяет легковоспламеняющиеся пары и что, если он однажды начнет гореть, потушить его практически невозможно. Будучи легче воды, он просто покрывает слоем огня любую воду, которая может попасть на него. Вода в таких условиях просто служит для распространения горючего вещества и, таким образом, усугубляет ситуацию. Теперь алкоголь, с его пристрастием к воде, ведет себя совсем по-другому. Правда, он также может выделять легковоспламеняющиеся пары, но если некоторое его количество загорится, его можно потушить обычным способом с помощью пожарной машины. Вода и спирт немедленно соединяются — спирт растворяется в воде так же, как сахар, и как только процентное содержание воды в смеси становится значительным, горение прекращается.

Возможно, некоторые читатели сами открыли для себя этот факт, не зная точно, что это было. Это обычная уловка фотографов-любителей, если они хотят быстро высушить негатив, чтобы

погрузить его в метилированный спирт. Спирт, по-видимому, вытягивает воду из пленки и, сам по себе быстро высыхая, оставляет негатив в идеально сухом состоянии в течение нескольких минут. Теперь, после использования спирта таким образом, бесполезно помещать его в спиртовку или лампу. Он не будет гореть. Метилированный спирт - это спирт, и причина, по которой он обладает таким быстросохнущим действием, заключается в том, что он быстро смешивается с водой во влажной пленке. После погружения пленка смачивается не просто водой, а смесью большого количества спирта и небольшого количества воды. Отсюда и скорость, с которой она испаряется. А невоспламеняемость смеси обусловлена присутствием воды.

Метилированный спирт отличается от спирта в алкогольных напитках только тем, что в него добавляют что-то, что делает его непригодным для питья. Из-за столь широко распространенной тяги к нему и сомнительного эффекта, который он оказывает на определенных граждан, большинство государств рассматривают его в первую очередь как объект налогообложения, тем самым, с одной стороны, принося хороший доход, а с другой - препятствуя его слишком свободному использованию. Но эти соображения применимы только к питьевому алкоголю. То, что предназначено для использования в промышленных целях, никоим образом не является законным объектом налогообложения. Отсюда возникает проблема создания такой формы алкоголя, которая отвечала бы всем потребностям отраслей промышленности, его использующих, и в то же время была бы настолько отвратительной для чувств, что никто не смог бы ее пить. Этот результат достигается добавлением некоторого количества метилового спирта, получаемого из паров, выделяемых древесиной при нагревании. Широко известный как "древесный спирт", он настолько неприятен, что делает смесь непригодной для питья, и поэтому его можно смело освобождать от налогообложения.

К сожалению, этот спирт обладает меньшей теплотворной способностью, чем бензин. Это означает, что при определенном количестве каждой жидкости в случае бензина выделяется больше тепла, чем в случае спирта. На самом деле разница составляет примерно два к одному. Следовательно, для того, чтобы двигатель выдавал определенную лошадиную силу, его цилиндры должны были бы быть в два раза больше, если бы он использовал спирт вместо другого топлива. Однако есть определенная компенсация в том факте, что спирт очень легко сжимается. В современных двигателях внутреннего сгорания большая часть эффективности достигается за счет того, что заряд взрывчатого вещества, который всасывается в цилиндр, сжимается в небольшом объеме перед его запуском. Именно открытие ценности сжатия газа сделало газовый двигатель таким грозным соперником парового двигателя, а замечательные характеристики дизельных двигателей в значительной степени обусловлены тем фактом, что воздух сжимается в цилиндре до очень высокого давления. Струя масла сгорает в сильно сжатом воздухе. И из-за легкости, с которой спирт может быть спрессован, говорят, что он более эффективен в качестве источника движущей силы, чем можно было бы ожидать из-за его сравнительно слабого нагрева.

Таким образом, мы можем подвести итог возможностям будущего. Уголь, нефть и их производные существуют в мире в ограниченных количествах, и, насколько мы можем видеть, огромные запасы, которые мы берем у них, не заменяются, более того, на данном этапе развития земли не могут быть заменены ничем другим. Рано или поздно мы должны положить им конец. Поэтому разве не утешительно сознавать, что под рукой есть другой источник топлива, неисчерпаемый, поскольку его можно добывать по мере необходимости? Нам нужно

только заставить солнце и землю работать для производства зерна, риса, картофеля или любого другого из множества веществ, содержащих крахмал, и из этого с помощью простых и хорошо известных процессов мы сможем получить дешевое, безопасное и безотказное топливо. Действительно, кажется, что ничто, кроме окончательной потери солнечного света через бесчисленные миллионы лет, не может когда-либо остановить снабжение этим ценным товаром. То, что, несомненно, во многих случаях было проклятием в прошлом, может оказаться великим благом в будущем.

ГЛАВА IV

НЕКОТОРЫЕ ЦЕННЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ

Исследователи этой области науки, известной как физика, приходят к выводу, что электричество играет гораздо более важную роль во Вселенной, чем предполагалось. Их заставляют поверить, что электрическое притяжение - это цемент, который связывает воедино те чрезвычайно мельчайшие частицы, из которых все построено. Связывает ли их электричество вместе или нет, несомненно, что электрическое воздействие может в некоторых случаях *разделять* эти частицы, и этот процесс разделения обеспечивает средства для осуществления некоторых очень замечательных и полезных промышленных процессов.

Давайте представим себе сосуд, наполненный водой, в которую добавлено немного серной кислоты, а в нем подвешены две полоски платины. Между полосками имеется пространство, так что, когда их верхние концы соответствующим образом подсоединены к источнику электрического тока, этот ток течет от одной полоски к другой *через жидкость*.

Это пример устройства для проведения такого электрического разделения в его простейшей форме, и дальнейшее описание облегчится, если будут перечислены названия различных частей.

Сам процесс представляет собой электролиз; жидкость является электролитом, а полоски - электродами. Отдельные электроды, опять же, имеют особые названия: тот, по которому ток поступает, является анодом, а тот, по которому он выходит из катода. Нетрудно запомнить, что есть что, если иметь в виду, что ток проходит через них в алфавитном порядке. Поскольку, однако, обычному читателю может быть нелегко запомнить все эти термины, мы будем, когда необходимо провести различие между двумя электродами, называть один внутренним электродом, а другой внешним электродом.

Возвращаясь теперь к нашему воображаемому аппарату, давайте включим ток. Сначала кажется, что ничего не происходит, хотя подходящие приборы показали бы, что ток течет. Однако вскоре на электродах появляются маленькие пузырьки, и они становятся все больше и больше, пока не оторвутся от платины, к которой они прилипли, не всплывут на поверхность и не лопнут. Естественно возникает вопрос: из чего состоят эти пузырьки? Это воздух?

Если мы воспользуемся средствами для сбора газов, которые их образовали, мы получим однозначный ответ. Пузырьки, которые возникают во встроенном электроде, - это кислород, а

пузырьки другого - водород. Если мы позволим нашему аппарату поработать некоторое время и соберем весь образующийся газ, мы обнаружим, что водорода в нем вдвое больше, чем кислорода. Мы также обнаружим, что по мере продолжения процесса количество воды уменьшается.

Возможно, на этом этапе мне будет позволено напомнить моим читателям, что вода представляет собой совокупность мельчайших ультрамикроскопических частиц, называемых "молекулами", каждая из которых образована из трех частиц меньшего размера, которые все еще называются "атомами". Из трех атомов два - водород и один - кислород. Следовательно, вода состоит из водорода и кислорода, причем первого в два раза больше, чем второго.

Таким образом, мы видим, что электролиз дает нам водород и кислород точно в тех пропорциях, в которых они содержатся в воде, и поскольку мы также видим, что при появлении этих газов сама вода исчезает, мы приходим к выводу, что ток расщепляет воду на газы, из которых она образуется.

Но странно то, что это не сработает с чистой водой. Мы должны что-то добавить в нее. В случае нашего воображаемого эксперимента это была серная кислота. Какую роль это играет?

Это не совсем понятно, но мы можем составить мысленную картину того, что, как считается, происходит следующим образом.

Внутренний электрод окружен огромным количеством этих крошечных молекул, большинство из которых принадлежат воде, но несколько - кислоте. Последние более сложны по своей структуре, чем первые, но они тоже содержат водород. Ток течет по электроду, и мгновенно атомы водорода из молекул *кислоты* толпятся вокруг него, подобно лодочникам на берегу моря, стремящимся обезопасить пассажира. Каждый из них принимает на борт определенное количество электричества и вместе с ним устремляется через промежуточное пространство к другому электроду. Прибыв туда, он сбрасывает свою нагрузку и, выполнив свою работу, остается лежать на электроде до тех пор, пока там не соберется достаточно других, подобных ему, чтобы сформировать пузырь и таким образом улетучиться. Считается, что эти атомы водорода являются *проводниками тока через жидкость* и позволяют ей, так сказать, представлять собой проводник электричества, которым на самом деле она не является.

Но откуда берется кислород?

Чтобы найти ответ на этот вопрос, мы должны добавить вторую главу к нашей истории. Когда водородные "лодки" взяли на борт свой груз электроэнергии, они оставили своих бывших товарищей, и те немедленно "набросились" на соседние молекулы воды и с дерзостью разбойников с большой дороги украли у них достаточно атомов водорода, чтобы заменить те, которые они потеряли. Таким образом, молекулы кислоты снова стали целостными, в то время как место конфликта возле внутреннего электрода было усеяно остатками молекул воды, из которых были украдены атомы водорода. Эти остатки, конечно, были бы кислородом, и они, собираясь вместе на электроде, в конечном итоге были бы в количестве, достаточном для образования пузырьков и их выхода наружу.

Таким образом, это может быть кислота, которая действительно выполняет свою работу, но из-за ее последующего воздействия на воду исчезает именно последняя, и именно материалы последней всплывают на поверхность в виде пузырьков.

И здесь мы видим механизм, посредством которого, как считается, электрический ток может проходить через непроводящие в остальной жидкости. И важный момент, с точки зрения практической полезности, заключается в том, что прохождение тока сопровождается расщеплением того или иного вещества, будь то вода или что-то в ней, материалы из которых осаждаются, один на одном электроде, а другой на другом.

А теперь мы можем перейти к тем полезным применениям электролиза, самым распространенным из которых, возможно, является гальванопокрытие.

Мы видели, как при электролизе водород, вероятно, из кислоты, осаждается на одном электроде. Предположим, что вместо кислоты мы добавим в воду одно из тех веществ, которые известны химикам как "соль", самым распространенным примером которой является обычная поваренная соль. Эта хорошо известная приправа образуется в результате взаимодействия соляной кислоты и металлического натрия и послужит иллюстрацией того, что представляют собой все соли.

Все кислоты представляют собой соединения водорода и чего-то еще, и их едкое действие обусловлено готовностью, с которой "что-то еще" вытесняет водород и заменяет его металлом. Таким образом, соляная кислота, получив такую возможность, избавляется от своего водорода и поглощает натрий, образуя таким образом хлорид соды или обычную соль.

Другой пример - хлорид золота, знакомый фотографам. Это результат воздействия определенных кислот на золото, при котором кислоты выделяют свой водород и вместо него поглощают золото.

Итак, подводя итог, можно сказать, что соль - это то же самое, что и кислота, например серная кислота, которую мы использовали в нашем "эксперименте", за исключением того, что какой-то металл заменил водород.

Поэтому неудивительно, что если мы добавим в электролит соль вместо кислоты, то получим аналогичный результат. В одном случае на внешнем электроде осаждается водород, в другом - металл. В первом случае, поскольку водород является газом, он образует пузырьки и улетучивается, но во втором твердый металл остается тонким, ровным покрытием на электроде. Таков принцип нанесения гальванического покрытия.

Электролит состоит из подходящего раствора, содержащего соль осаждаемого металла, и помещается в изолирующий сосуд или чан. Изделия, на которые наносится покрытие, образуют внешний электрод, так что они должны быть подвешены каким-либо удобным способом к металлическому проводнику с помощью токопроводящих проволок. Конечно, они полностью погружены в жидкость. Внутренний электрод иногда представляет собой пластину из платины (причина использования дорогого металла заключается в том, что на него не воздействуют химические вещества) или же пластину из осаждаемого металла. В первом случае раствор становится слабее по мере выполнения работы, и приходится добавлять больше соли. В последнем случае, однако, прочность раствора остается неизменной, поскольку за счет интересной замены внутренний электрод добавляет к нему как раз то, что он теряет при нанесении на другой. Таким образом, эффект такой же, как если бы ток отрывал частицы от одного и накладывал их на другой.

Считается, что это происходит под действием кислорода, который в случае электролиза воды становится свободным, но который в этом случае образует с металлическим электродом слой оксида на его поверхности, который затем растворяется жидкостью. Таким образом, как только металл осаждается на внешнем электроде, его место занимает большее количество металла с внутреннего электрода.

В некоторых процессах желательно осаждать металл на непроводящую поверхность, и очевидно, что такую поверхность нельзя использовать в качестве электрода. Также бесполезно пытаться нанести осадок на что-либо, кроме электрода. В таком случае единственное, что можно сделать, - это каким-либо образом превратить объект в проводник. Однако модели из глины, воска и гипса, когда-то жившие предметы, такие как мелкие животные, фрукты, цветы или насекомые, могут иметь идеальную копию, изготовленную методом электроосаждения простым методом нанесения на подлежащую покрытию поверхность тонкого слоя свинца. Эта оболочка, хотя и чрезвычайно тонкая, является достаточно хорошим проводником, чтобы сделать процесс возможным. Технологические блоки для печати копируются таким образом, чтобы особо деликатный образец искусства изготовителя блоков не изнашивался при длительном прессовании, с него делаются копии или "электро" для фактического использования в прессе.

Оригинальный блок представляет собой медную пластину, на которой изображение представлено мельчайшими углублениями и выступами. На нее нанесен слой мягкого воска, чтобы получить идеальную, но перевернутую копию. Покрытый свинцом, он затем помещается в емкость, содержащую раствор солей меди, и используется в качестве внешнего электрода, а другим электродом является пластина из меди. Таким образом, при включении тока медь наносится на воск до тех пор, пока не образуется тонкий лист меди, который является точной, но обратной копией воска, прямой копией, то есть оригинального блока.

Затем тыльную сторону этого тонкого листа покрывают расплавленным свинцом или типографским металлом, чтобы заполнить любые углубления и придать ему достаточную прочность. Любой, кто видел один из этих "полутонковых" блоков, покрытых мельчайшими углублениями, настолько незначительными, что их едва можно разглядеть, но при этом настолько совершенными, что по ним можно получить прекрасный отпечаток, поймет удивительную мощь этого электролитического процесса, изумительную точность, с которой копируется оригинал, и безошибочный способ, которым электрический ток переносит частицы меди в каждое из бесчисленных углублений в воске.

Другим образцом удивительной работы этой системы является восковой цилиндр фонографа. Звук издается иглой, проходящей по канавке различной глубины, вырезанной на поверхности цилиндра. Эта канавка образует спираль, проходящую круг за кругом, как резьба винта, и она сто раз опоясывает цилиндр на каждом дюйме его длины. Следовательно, в любой точке, которую можно взять, расстояние от центра одного поворота до центра поворота по обе стороны от него составляет всего одну сотую дюйма. А в самом глубоком месте канавка имеет глубину менее одной тысячной дюйма. Фонограф сам записывает первую "мастерскую" запись, как его называют, и проблема состоит в том, чтобы снять с этой модели несколько слепков такой тонкости и точности, чтобы каждое изменение в этой чрезвычайно тонкой канавке было точно воспроизведено. От такой задачи вполне можно отказаться как от безнадежной, но с помощью электролиза она решается легко и дешево.

Попытка прижать что-либо к поверхности "мастера" лишь разгладила бы мягкий воск и полностью стерла бороздку. Нанести что-либо, размягченное нагреванием, означало бы расплавить его. Но электролиз, никоим образом не приводя к искажению или повреждению аккуратно вырезанной поверхности, наносит на нее слой металла, с которого можно сделать тысячи отливок. Нежные электрические пальцы накладывают мягкий воск на твердый, прочный металл с невероятным совершенством.

Для начала мастер-пластинку помещают на своего рода проигрыватель в вакууме и вращают по кругу рядом с двумя сильно наэлектризованными полосками сусального золота. Таким образом, золото испаряется, и на воск наносится идеальное золотое покрытие. Это слишком тонкое покрытие, чтобы его можно было использовать, за исключением того, чтобы сделать цилиндр проводником, поскольку покрытие настолько хрупкое, что оно не прочнее самого воска. Однако это позволяет покрывать цилиндр гальваническим покрытием из меди до тех пор, пока он не будет окружен прочной металлической оболочкой толщиной в шестнадцатую дюйма. Для нанесения покрытия такой толщины требуется около четырех дней. Затем медная оболочка разглаживается на токарном станке и плотно вставляется в латунную оболочку. Небольшое охлаждение приводит к тому, что восковая пластинка сжимается в достаточной степени, чтобы освободить ее от медной оболочки и позволить извлечь. Таким образом, образуется медная форма, в которую можно отлить любое количество дополнительных пластинок. Расплавленный воск просто вводят внутрь и дают ему застыть; внутреннюю часть высверливают на токарном станке, а затем при небольшом охлаждении он сжимается и его можно извлекать, получая полностью законченную пластинку, каждое крошечное углубление или выпуклость на оригинальном мастере воспроизводятся с почти невероятной точностью.

Еще одно ценное применение, для которого используется этот процесс, - очистка металлов. Электрохимическое воздействие работает с безошибочной точностью: он никогда не принимает атом железа, например, за атом меди. Проходя через раствор соли меди, ток осаждает только медь.

Для современных электрических машин и аппаратов требуется медь максимально возможной чистоты, поскольку каждая примесь увеличивает ее электрическое сопротивление, другими словами, снижает ее ценность как проводника. Следовательно, ежегодно производятся тысячи тонн так называемой "электролитической" меди. Используемые электроды представляют собой пластины из обычной меди. Покрытие из чистого металла наносится электролизом на внешний электрод другого электрода. Когда осадок становится достаточно густым, выносной электрод вынимают и снимают с него осадок, причем соединение между ними достаточно несовершенно, чтобы это можно было сделать без труда. Металл, из которого изготовлен внутренний электрод, уже был очищен другими способами до тех пор, пока в нем не останется всего один процент от посторонних веществ, и таким образом даже этот небольшой процент полностью удален. Загрязнения оседают на дно сосуда в виде "слизи", которую периодически удаляют.

Таким образом, электролиз не только позволяет безошибочно выделить определенные атомы из смеси, но и существует точное соотношение между проделанной работой и количеством используемого тока. Следовательно, это очень точный метод измерения тока. Метод измерения тока по напряженности создаваемого им магнитного поля уже упоминался, и такие измерения можно проверить электролизом. Таким образом, практическое определение ампера таково:

"ток, который при пропускании через раствор нитрата серебра в воде осаждает серебро со скоростью $\cdot 001118$ граммов в секунду".

Электрический аккумулятор или вторичная батарея, один из наиболее полезных приборов, является результатом обратного электролиза. Многие крупные электроосвещающие установки имеют в дополнение к своему генерирующему оборудованию большую батарею вторичных элементов, которые, будучи постоянно заряженными, способны помогать оборудованию в периоды повышенной нагрузки или даже обеспечивать весь ток, необходимый, скажем, на полчаса, так что в случае аварии все оборудование можно было бы отключить на это время и поддерживать питание от батарей. Во многих случаях этого было бы достаточно для ввода в действие новой техники или принятия экстренных мер.

Возможно, эту книгу читает кто-то, безмятежно сидящий в своем кресле, в то время как инженеры и рабочие на электростанции работают в лихорадочной спешке, чтобы устранить какую-нибудь внезапную поломку до того, как сядут батареи. Батареи, возможно, спасли город от полчасовой темноты.

Крупные телеграфные отделения оснащены вторичными батареями. Многие автомобилисты обязаны вторичным батареям системой зажигания, которая поддерживает работу их двигателей. Именно вторичные батареи поддерживают работу беспроводного устройства на потерпевшем крушение судне после остановки двигателей. Действительно, вторичные батареи являются одним из самых полезных изобретений. И если бы только их можно было изготовить в более легкой форме, чем это возможно в настоящее время, их ценность была бы бесконечно увеличена.

Мы видели, как при прохождении тока через подкисленную воду образуются водород и кислород. Если эти газы собирать в закрытых сосудах над водой так, чтобы они оставались в контакте с водой, то как только ток прекращается, начинается обратное действие. Газы стремятся рекомбинировать с электролитом и при этом отдавать обратно ток, равный тому, при котором они образовались. Рис. На рис.4 показана конструкция так называемого вольтметра, в котором газы, выходящие из электродов, собираются в маленькие стеклянные сосуды, расположенные непосредственно над ними. Такой прибор позволяет нам легко увидеть, как работает аккумулятор. На рисунке показана батарея, которая обеспечивает разделение кислорода и водорода. Если его отсоединить и соединить провода, как показано пунктирной линией, ток будет течь обратно до тех пор, пока кислород и водород снова не вернуться в раствор. Фактически устройство будет работать как обычная батарейка, за исключением того, что вместо пластины или стержня из цинка основную часть будет составлять масса водорода.

Такой прибор, как вольтметр, не очень полезен для практических целей хранения большого количества электрической энергии, поскольку поверхности электродов очень малы и поверхности, на которых соприкасаются жидкость и газы, тоже малы. Ясно, что чем больше электроды, тем шире будет проход для тока, точно так же, как широкая дорога может вместить больше людей, чем узкая тропинка. Мы можем рассматривать электроды как подобие шлюзов, через которые проходит ток. Таким образом, делая их большими, мы пропускаем большой ток и, следовательно, позволяем электролизу протекать со сравнительной скоростью.

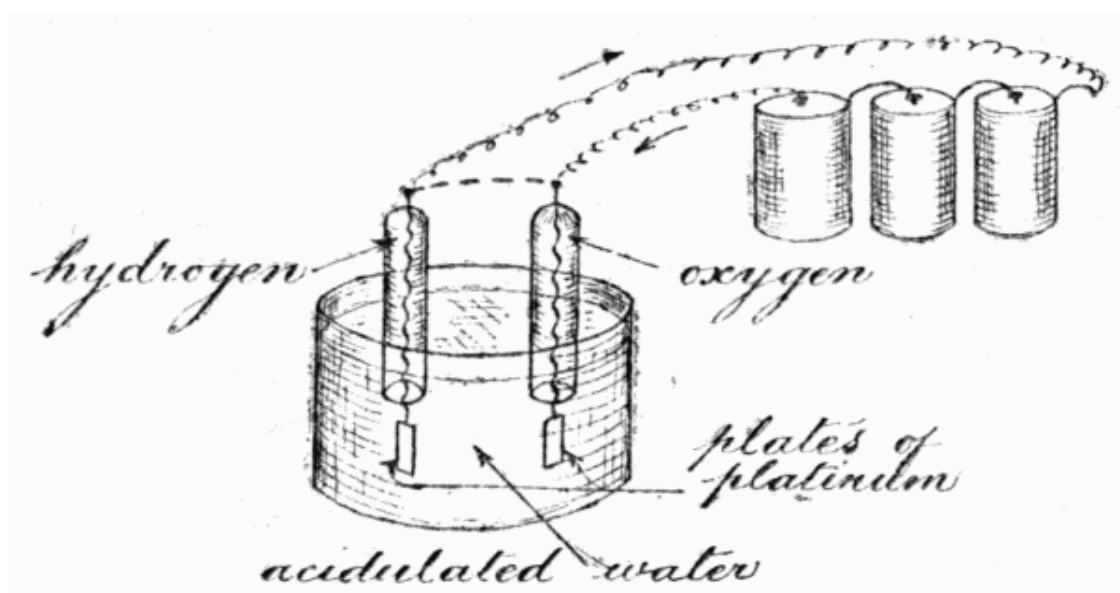


Рис. 4

"Пластины", как называют электроды во вторичной батарее, обычно представляют собой большие металлические пластины. Эксперимент показал, что свинец лучше всего подходит для этой цели. Также было обнаружено, что его можно улучшить, сделав его пористым, поскольку внутренние поверхности пор представляют собой дополнительную поверхность, через которую ток может проходить в электролит. Существуют различные способы получения такой пористости, которые, однако, не должны нас здесь беспокоить. Для нашей цели будет достаточно понять, что обычный вторичный элемент состоит из двух свинцовых пластин с максимально возможной поверхностью, погруженных в жидкость, обычно разбавленный раствор серной кислоты в воде.

Чтобы зарядить аккумулятор, ток подается на одну пластину, через жидкость - на другую пластину и так далее. Таким образом, на выходящей пластине образуется тонкая пленка водорода, в то время как на входящей образуется кислород. Поскольку водород распределен по такой большой площади, он не накапливается в достаточной степени, чтобы большая его часть поднялась на поверхность. Большая его часть остается прилипшей к пластине. Кислород соединяется со свинцом его пластины и таким образом надежно накапливается там в виде оксида свинца. Это накопление водорода на одной пластине и кислорода на другой не может продолжаться бесконечно, и поэтому, как только достигается предел, элемент полностью заряжается. В этом случае дальнейший ток просто тратится впустую.

Динамо-машина или первичные батареи, которые используются для зарядки, отсоединены, две пластины могут быть соединены вместе с помощью ламп, двигателей или любым другим желаемым способом, и ток тогда снова потечет обратно, противоположным тому, которым он входил, подобно тому, как камень, подброшенный в воздух, возвращается обратным путем. Ток, который выходит, на самом деле является своего рода рефлекторным действием, возникающим из того, что вошло внутрь, механизм, с помощью которого он вырабатывается, заключается в реабсорбции кислорода и водорода в электролите.

Полностью ли заряжен элемент или нет, определяется путем взвешивания электролита - операции, которая на первый взгляд кажется не имеющей никакого отношения к данному вопросу. Это происходит из-за разницы в весе между водой и серной кислотой, причем

последняя является более тяжелой. Мы видели, что, хотя в воду необходимо добавить немного кислоты, прежде чем ее можно будет подвергнуть электролизу, именно вода в конечном итоге распадается на составляющие ее газы. Следовательно, результатом электролиза является увеличение не количества, а пропорции кислоты. Следовательно, увеличивается масса электролита. Этот вес определяется с помощью "ареометра", стеклянной трубки с заглушкой, заряженной какой-нибудь мелкой дробью на нижнем конце. На верхней части выгравирована градуированная шкала, так что можно легко прочесть точную глубину, на которую он погружается. Эта глубина, конечно, будет меняться в зависимости от удельного веса жидкости, и поэтому глубина, зафиксированная шкалой, будет указывать на долю кислоты, а это, в свою очередь, покажет, насколько продвинулся процесс заправки.

Аккумуляторы являются или, по крайней мере, были до сих пор очень опасными устройствами. Они склонны терять свою мощность. Если не зарядить их должным образом, их легко повредить. Слишком быстрая зарядка или слишком быстрая разрядка, длительное нахождение только частично заряженными — все это оказывает плохой эффект, в крайних случаях даже полностью разрушая их. Из-за использования свинца они также ужасно тяжелые, настолько, что для тяги от них очень мало пользы, поскольку большое количество энергии, запасенной в аккумуляторах, расходуется на их перемещение.

И все же, какое поле деятельности открывается перед успешным производителем аккумуляторов! Возьмем единственный пример электрификации железной дороги. Если бы были установлены хорошие световые и эффективные аккумуляторы, в постоянном способе вообще не потребовалось бы никаких изменений. Локомотивы или моторвагоны нужно было бы периодически отправлять на склад для повторной зарядки, но это можно было бы легко организовать. Такие вещи, как проводящие рельсы, верхние провода и так далее, были бы излишни.

Поэтому в течение многих лет мир интересовался слухами о том, что Т. А. Эдисон занимался этой проблемой, и, наконец, он создал свой аккумулятор, с помощью которого устранил многие трудности, если не все. Вместо стеклянного или целлулоидного футляра, как это обычно бывает со старыми камерами, его ячейки заключены в прочные коробки из никелированной стали. Положительная пластина состоит из никелевых трубок, заполненных чередующимися слоями гидроксида никеля, в то время как отрицательная пластина сформирована из подготовленного оксида железа в никелевом каркасе. Электролитом является раствор гидроксида калия. Химическое действие и электрическая реакция, конечно, происходят по тому же принципу, что и в старых элементах, но утверждается, что элементы Edison "надежны от дурака", то есть их нельзя повредить при неосторожном обращении, и они кажутся немного легче. Таким образом, проблема частично решена, и с учетом этого в качестве новой отправной точки кто-нибудь рано или поздно может подарить нам вторичную батарею, которая будет легкой и мощной.

Если кто-нибудь из будущих ученых-изобретателей прочтет эти слова, то возникнет предложение для многообещающего направления исследований.

ГЛАВА V

МАШИННЫЙ ХОЛОД

Одной из самых замечательных адаптаций научных знаний является "производство холода". Поначалу эта фраза кажется странной, но на самом деле она вполне обоснованна. В данный момент работают машины, которые выпускаются холодными, как если бы это было любое другое производимое изделие. Дело не в том, что они производят холодную воду или холодный воздух, дело в самом холоде, который они производят.

Конечно, холода в действительности не существует, поскольку это просто отрицательная величина, отсутствие тепла, однако его воздействие настолько реально, что мы привыкли говорить о нем так, как если бы он был реальностью, и в этом смысле мы можем рассматривать его как продукт производства.

Более того, мы видим в этом наглядный пример взаимозависимости изобретения и науки, поскольку научные принципы были впервые адаптированы для получения холода, а затем в научных исследованиях был использован искусственный холод, в результате чего, как мы сейчас увидим, были открыты редкие газы атмосферы.

В *современных механических изобретениях* я имел дело с использованием тепла в качестве движущей силы. Здесь мы имеем в некотором смысле обратный процесс. В тепловой машине расход тепла приводит к движению. В холодильной машине движение производит тепло, что, на первый взгляд, является странным способом производства холода. И все же именно за счет производства тепла в первую очередь мы в конечном итоге можем получить холод.

Один из способов сделать вещь холодной - соприкоснуть ее со льдом. Но этот процесс имеет серьезные ограничения. Во-первых, мы, возможно, не сможем раздобыть лед, когда он нам понадобится. И, во-вторых, мы можем захотеть создать температуру намного ниже, чем у льда.

Теперь машина может создавать любую степень холодности, почти вплоть до "абсолютного нуля", точки, при которой тело абсолютно лишено какого бы то ни было тепла, состояния, при котором его молекулы абсолютно неподвижны. Эта точка составляет 274°C . *ниже* температуры замерзания. Точка замерзания на этой шкале равна "нулю", и, таким образом, этот *абсолютный ноль* равен *минус* 274° . Или, другими словами, точка замерзания составляет 274° *абсолютной* температуры. Абсолютный ноль никогда не был достигнут, и есть основания полагать, что он никогда не может быть достигнут полностью, но методами, которые будут описаны ниже, была достигнута температура в пределах нескольких градусов от него. И все это можно сделать без какого-либо охлаждающего агента, более холодного, чем вода обычной температуры.

Существует несколько систем, но наиболее простой иллюстрацией принципа является та, в которой "рабочей жидкостью" является углекислый газ. Это очень сжимаемый газ, и поэтому он хорошо подходит для этой цели. Прежде всего, насос или компрессор сжимает его. Это приводит к его нагреву. Такого можно было бы ожидать из того факта, что тепло - это молекулярная активность: когда, сжимая газ, мы сближаем молекулы друг с другом, они, естественно, ударяются друг о друга и о стенки сосуда сильнее, чем раньше, и повышенная активность проявляется в виде повышенного нагрева. Итак, первый эффект, как только что было отмечено, заключается в выделении, по-видимому, повышенного тепла.

Но тогда горячий сжатый газ, пропускаемый через змеевик трубы, окруженный холодной водой, может быть лишен этого тепла. В зависимости от скорости, с которой он проходит через змеевик, он будет более или менее охлажден: заставляя его двигаться медленно, его температуру можно снизить почти до температуры воды. Итак, мы начинаем с газа при атмосферном давлении и примерно атмосферной температуре. Мы преобразуем его в сжатый газ при высокой температуре. После охлаждения мы получаем сжатый газ умеренной температуры.

Затем, чтобы завершить процесс, мы снова даем газу расшириться. Теперь точно так же, как сжатие газа нагревает его, позволяя ему расширяться, мы охлаждаем его. Если бы мы сжали его, а затем снова расширили, то были бы точно такими, с каких начинали. Но поскольку в промежутке между двумя операциями мы извлекаем некоторое количество тепла с помощью охлаждающей воды, в конце мы получаем гораздо более низкую температуру, чем та, с которой мы начали.

Мы не можем охладить газ, не сжимая его, потому что тепло будет перетекать от одного тела к другому только тогда, когда второе будет холоднее первого. Но, временно нагревая газ путем сжатия, мы позволяем воде извлечь из него некоторое количество тепла, а затем, позволяя ей вернуться в исходное состояние, мы получаем практически прежнюю температуру, за вычетом той, которую извлекла вода. Принцип действительно до абсурда прост, когда человек однажды начинает его понимать. Применение не так просто для проектировщика машины, поскольку ему приходится подгонять различные детали к точно правильной форме и размерам, чтобы они могли хорошо сочетаться друг с другом и давать желаемый результат с минимальными затратами энергии.

Однако для наблюдателя, как и для пользователя, готовая машина замечательна своей простотой. Этот принцип схематично проиллюстрирован на рис. 5.

В центре находится компрессор. Его действие заставляет газ двигаться по трубе вправо и вниз в конденсатор. Когда она течет вниз по змеевику, холодная вода попадает на дно бака, течет вверх мимо змеевика и снова выходит наверх. Таким образом, змеевик остается в контакте с *холодной* водой.

Затем, проходя через дно резервуара, газ проходит справа налево через "регулирующий клапан" и поступает в устройство, почти в точности аналогичное конденсатору, но называемое испарителем. Здесь газ расширяется и испытывает значительное понижение температуры. Этот холод передается жидкости, циркулирующей в резервуаре, который является частью испарителя, и эта жидкость может циркулировать по трубам в любые охлаждаемые помещения или вокруг сосудов с водой, которую желательно заморозить. Эта жидкость, которая действует как переносчик холода, называется "рассолом" и представляет собой воду, в которую добавляют хлорид кальция, чтобы она не замерзла.

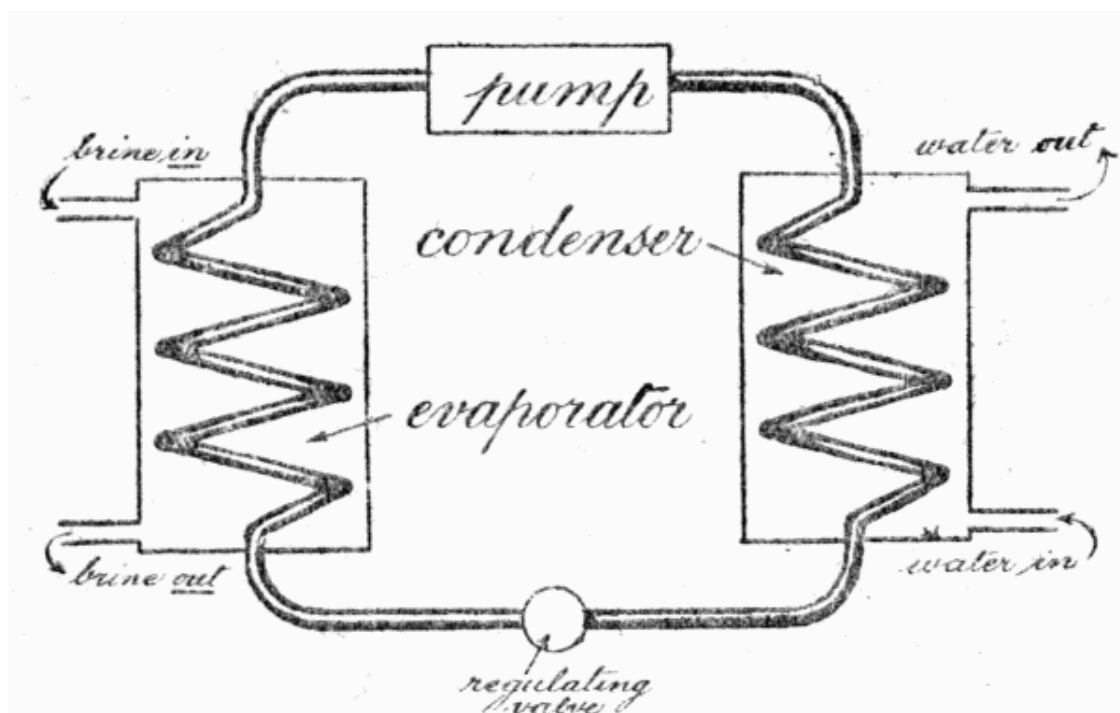


Рис. 5.—На этой

схеме показана работа холодильной машины. Насос сжимает газ и пропускает его через змеевик в конденсаторе, где он охлаждается водой. Оттуда он проходит через змеевик в испарителе, где расширяется и охлаждает окружающий рассол.

Теперь наблюдательный читатель, возможно, заметил, что для названия левого судна нет очевидной причины. Однако будет совершенно ясно, когда я объясню, что, хотя я все время говорил о рабочей жидкости как о газе, я сделал это только для того, чтобы избежать слишком большого количества объяснений сразу. На самом деле большую часть своего пути он остается жидким. Углекислый газ сжижается при очень умеренных температуре и давлении, и поэтому, когда он выходит из компрессора в виде газа, он становится жидким в конденсаторе и остается таковым до тех пор, пока не пройдет регулирующий клапан. Затем он снова начинает расширяться в газ и в этом состоянии поступает обратно в компрессор.

Манометр установлен на трубе, выходящей из компрессора, и еще один - на трубе, входящей в него. Сравнение показаний этих двух приборов показывает, как работает устройство. Разница между ними показывает, насколько сильно сжимается газ. Предполагая, что компрессор работает с постоянной частотой вращения, это сжатие можно тонко регулировать с помощью клапана: немного закройте его, и сжатие увеличится; немного откройте его, и сжатие уменьшится. Таким образом, степень приготовления холода можно варьировать по желанию.

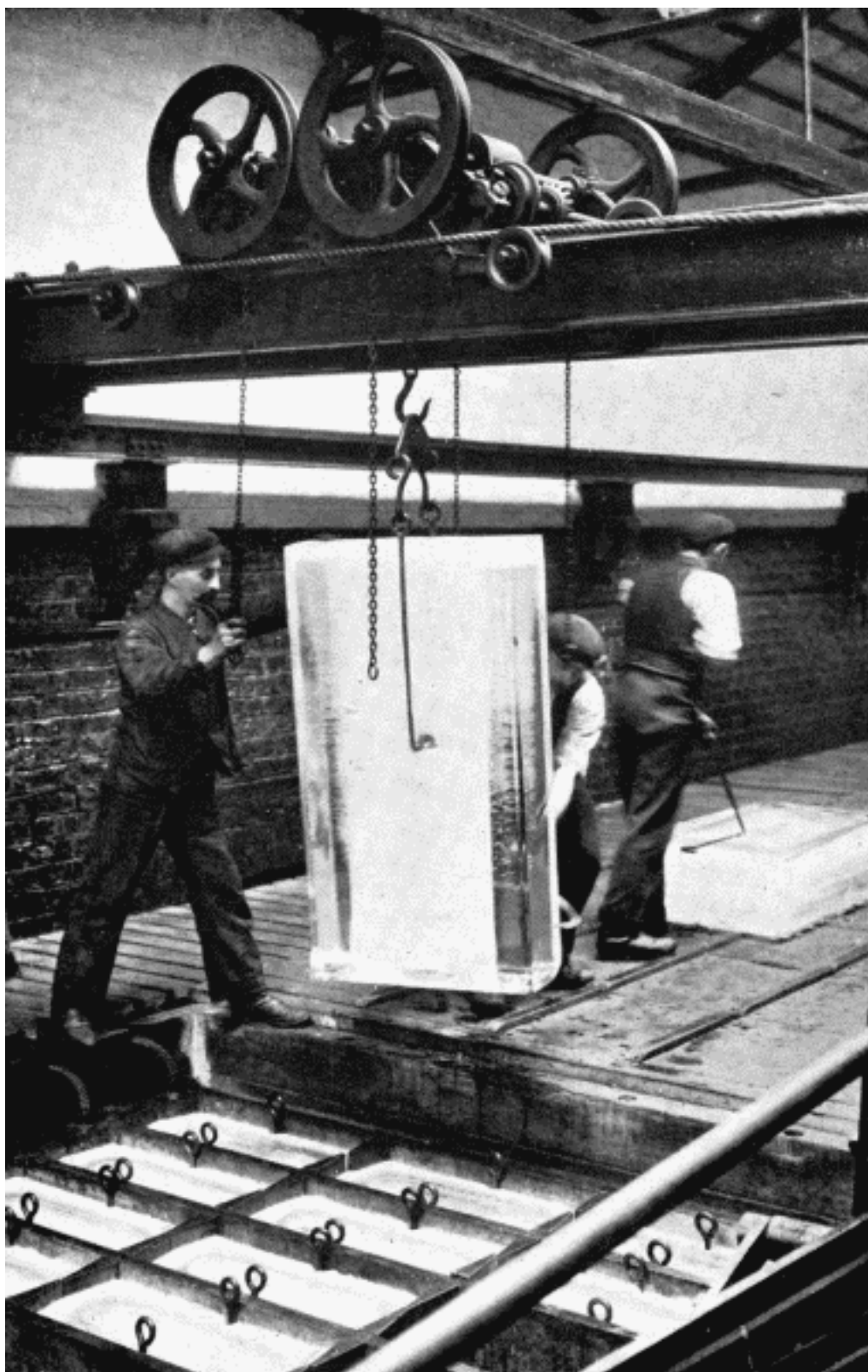
Именно таким образом многие суда получают возможность перевозить грузы замороженного мяса. Камеры, в которые укладывается мясо, изолированы, то есть их стенки сделаны максимально непроницаемыми для тепла. Затем рассол по трубам подается в камеры, охлаждая их так же, как трубы с горячей водой обогревают обычное общественное здание.

Или другой метод заключается в переносе трубы, образующей испаритель, в камеру, подлежащую охлаждению. Третий способ заключается в том, чтобы обойтись без рассола и продуть воздух через змеевики испарителя, в результате чего воздух уносит холод туда, где он необходим.

Лед можно легко приготовить в формах из металла или дерева, вокруг которых циркулирует рассол. Если лед сделан из обычной воды, он, скорее всего, будет мутным и непрозрачным, что вполне достаточно для многих целей. В тех случаях, когда желательно, чтобы она была прозрачной, воду взбалтывают во время замораживания или же используют дистиллированную воду. Чтобы дать возможность извлечь кубики из форм, иногда в течение нескольких минут циркулирует теплый рассол.

Катки для катания на коньках формируются путем создания, во-первых, изолирующего слоя из опилок, шлаковой ваты или чего-либо в этом роде (которые, кстати, обычно используются для изоляции холодильных камер) под полом. Пол тоже делают водонепроницаемым, а затем на него укладывают как можно плотнее ряд железных труб. Вода заливается на пол до тех пор, пока трубы не будут покрыты на глубину нескольких дюймов, а затем по трубам перекачивается рассол. Со временем вода замерзает, и пока рассол циркулирует, он остается таким.

Но хотя описанный выше "процесс CO_2 " является простейшей иллюстрацией принципа, существуют и другие системы. В одной из очень популярных форм газообразный аммиак является "рабочей жидкостью". Он сжижается под давлением и охлаждается водой, а затем расширяется, как описано выше.



С разрешения компании

"Дж. Энд Э. Холл, Лтд.", Лондон и Дартфорд

Машинный лед

Здесь мы видим, как огромный кусок льда извлекается (возможно, жарким летним днем) из формы, в которой он был изготовлен

Другой широко используемой системой является процесс "абсорбции аммиака", при котором аммиак не сжижается, а под давлением поглощается водой, снова превращаясь в газ при сбросе давления.

Но степень холодности, достигаемая в этих коммерческих установках, ничто по сравнению с чрезвычайно интенсивным холодом, вырабатываемым на тех же принципах в жидкостно-воздушной установке, которая есть в каждой хорошо оборудованной физической лаборатории.

Вкратце, он состоит из катушки из множества витков небольшой трубки, заключенной в небольшой двойной сосуд, пространство между внутренней и внешней оболочками которого заполнено изоляционным материалом. Компрессор нагнетает воздух в верхнюю часть змеевика под давлением от 150 до 200 атмосфер. Следует отметить, что "атмосфера" - это единица измерения, часто используемая в научных вопросах, означающая нормальное давление атмосферы, которое составляет, грубо говоря, 15 фунтов на квадратный дюйм. Следовательно, 200 атмосфер - это около 3000 фунтов на квадратный дюйм.

Конечно, воздух, настолько сильно сжатый, является горячим, но после того, как он проходит по змеевику и выходит из клапана, который выпускает его снизу, он становится намного холоднее. Но это только начало операции. Расширенный и, следовательно, охлажденный воздух проходит вверх через витки змеевика, по которому поступает следующий воздух. Тот, в свою очередь, расширяясь, становится еще холоднее из-за охлаждающего действия первого воздуха, и поэтому процесс продолжается.

Возможно, это будет легче понять, если мы представим, что воздух проходит через змеевик порывами, и заметим, что происходит с каждым последующим порывом. Первый порыв опускается, расширяется, охлаждается и поднимается, тем самым охлаждая второй порыв по мере его спуска. Затем второй, после расширения, будет холоднее, чем был первый. Это, в свою очередь, охладит третий, и поэтому третий после расширения будет холоднее, чем второй. И так будет продолжаться, каждый последующий порыв ветра будет круче предыдущего. И хотя поток воздуха непрерывный, а не порывистый, результат тот же: он становится все холоднее и холоднее, пока, наконец, воздух не выйдет в жидком виде. Эта жидкость собирается в небольшой камере, образованной на дне сосуда, в котором находится змеевик, и может быть извлечена при желании.

Воздух в жидком состоянии очень похож на воду. На самом деле, случайному наблюдателю трудно поверить, что это не вода. Он кипит при температуре намного ниже точки замерзания воды, так что жидкий воздух, помещенный в чашку со льдом, будет бурно кипеть. Лед настолько горячее, что по отношению к жидкому воздуху он ведет себя так же, как очень горячий огонь ведет себя с водой.

Следует отметить, что особенность вышеупомянутой машины заключается в том, что охлаждающая вода не требуется, как в холодильной машине, хотя принцип работы у них один и тот же. Змеевик является "конденсатором", а емкость, в которую он заключен, является "испарителем", и таким образом, холодный воздух, образующийся в процессе в испарителе, охлаждает змеевик конденсатора. Таким образом, он "самозатратный", как называют его производители.

Водород можно сжигать в аналогичной машине, за исключением того, что он нуждается в небольшом предварительном охлаждении жидким воздухом. Жидкий водород - самая крутая из известных вещей, приближающаяся к области абсолютного нуля.

А теперь мы можем обратиться к замечательным открытиям, которые последовали за изготовлением жидкого воздуха.

Чтобы сделать историю завершенной, нам нужно вернуться во времена Пристли и Кавендиша, в начало прошлого века. Они исследовали атмосферу и показали, что она состоит из кислорода и азота в определенных неизменных пропорциях, с небольшой долей углекислоты при определенных условиях. Эти факты были настолько достоверны и, казалось, объясняли все настолько удовлетворительно, что почти до конца девятнадцатого века считалось, что об атмосфере больше нечего узнавать.

Тем не менее в умах некоторых ученых зародилась идея, что где-то должна быть другая группа элементов, существование которых тогда не было открыто, но им и в голову не приходило, что они витают в воздухе.

Вскоре после того, как были определены веса атомов, студент-медик по имени Праут в анонимном эссе обратил внимание на тот факт, что между ними существуют любопытные числовые соотношения. Спекуляции на эту тему продолжались много лет, пока в 1865 году великий русский химик Менделеев не опубликовал свои выводы. Он расположил элементы в виде таблиц *в порядке их атомных весов*. Таблица состояла из двенадцати рядов названий, образующих восемь вертикальных столбцов, и примечательным было то, что все те элементы, которые попадали в тот или иной столбец, хотя их атомные веса очень сильно различались, обладали схожими свойствами. Это позволило ему *предсказать* открытие определенных новых элементов, поскольку таблица содержала ряд пробелов. С тех пор *были* обнаружены три элемента, и их атомные веса и свойства как раз такие, чтобы заполнить три пустых места. Считается, что одно пустое место когда-нибудь может быть заполнено газом корониум, который, как и гелий, был обнаружен на солнце, но в отличие от него еще не был обнаружен здесь. Когда это так, в таблице есть место, которое оно может заполнить. Затем таблица начиналась с того, что до сих пор называется группой 1, но по причинам, слишком сложным для объяснения здесь, казалось, что перед этим должна быть группа, главной характеристикой которой было бы бездействие включенных в нее элементов. Ожидалось, что они будут иметь разный атомный вес, но предполагалось, что эти веса будут располагаться в интервалах между остальными, так что все они попадут в новую колонку слева от "Группы 1".

В 1892 году лорд Рэлей исследовал вопрос о плотности ряда различных газов, в том числе, как оказалось, азота. В настоящее время существует несколько способов получения азота. Один из них заключается в получении его из атмосферы путем удаления кислорода, с которым он обычно смешивается. Другой способ заключается в расщеплении какого-либо соединения, такого как аммиак, частью которого оно является, таким образом, чтобы азот улавливался, а другие элементы, с которыми он был соединен, оставались в другом месте.

Лорд Рэлей попробовал оба способа и обнаружил, что азот из атмосферы более плотный, чем азот, получаемый из аммиака. Затем сэр Уильям Рэмси продвинулся в этом вопросе еще на шаг. Он нагревал атмосферный азот в присутствии магния, при этих условиях часть азота соединялась с последним элементом с образованием нитрида магния. Было обнаружено, что

это делало оставшийся азот еще более плотным. Объяснение тогда казалось очевидным. Предположим, мы представляем смесь опилок и железных опилок: она будет тяжелее, чем равное количество чистых опилок. И если мы ухитримся убрать немного опилок из смеси, то обнаружим, что то, что осталось, еще тяжелее по сравнению с таким же количеством чистых опилок. Ибо ясно, что, удаляя опилки, мы тем самым увеличиваем долю более тяжелых железных опилок и, таким образом, утяжеляем смесь.

Применяя аналогичный процесс рассуждений к этим открытиям, росло убеждение, что азот воздуха не был чистым, а к нему примешивалась небольшая доля какого-то другого газа большей плотности. Вскоре им удалось выделить этот более плотный газ, которому они дали название аргон. Был найден его атомный вес, и, что удивительно, он оказался таким, что аргон попал в новую колонку слева от группы 1, как и ожидалось.

Об открытии аргона было объявлено в 1894 году. В следующем году сэр Уильям Рэмси, исследуя газ, который был обнаружен запертым в щелях минерала под названием клевит, смог заявить, что это был гелий, элемент, который ранее был замечен спектроскопом на солнце. Как и аргон, было обнаружено, что он крайне неактивен, и его атомный вес оказался таким, что он тоже попал в "Нулевую группу".

В 1898 году профессора Рэмси и Трэверс обнаружили в воздухе еще два газа, криптон и неон, а еще немного позже был обнаружен смешанный с криптоном еще один новый газ, ксенон. Всем им был определен их атомный вес, и они попали в новую колонку периодической таблицы.

Но какое отношение все это имеет к жидкому воздуху? Эти два предмета тесно связаны, поскольку в настоящее время эти редкие газы получают с помощью жидкостно-воздушных установок, и именно из жидкого воздуха были впервые обнаружены последние три.

Ибо воздух, как мы хорошо знаем, представляет собой смесь газов, и при сильном холоде и давлении эти газы превращаются в жидкость, каждый из которых ведет себя в соответствии со своей природой. Не все они превращаются в жидкость одновременно, а при сбросе давления и нагревании снова испаряются при той же температуре. Хотя они выходят из жидкостно-воздушной машины в виде единой жидкости, на самом деле это смесь жидкостей, каждая из которых имеет свою собственную температуру кипения.

В предыдущей главе мы видели, как нефть может быть разделена на различные составляющие, такие как бензин, путем фракционной перегонки, при этом используется разница в "температуре кипения" различных "фракций". Точка кипения жидкости - это, конечно, температура, при которой она свободно превращается в пар, и точно так же, как нефть при нагревании выделяет сначала кимоген, затем риголен, затем бензин, бензин, керосин и так далее, в названном порядке, так и жидкий воздух при испарении выделяет свои различные компоненты в определенном порядке. Азот, кислород, аргон, гелий, криптон, неон и ксенон могут быть отделены друг от друга таким образом, путем "фракционной перегонки". Теплу от окружающих предметов предоставляется возможность попасть в жидкость, и затем газы выделяются в порядке их температуры кипения.

И, таким образом, мы видим, как механическое производство холода помогло в развитии чистой науки. Недавно обнаруженные газы в настоящее время не имеют большого применения. Они настолько неактивны, что, возможно, никогда ими не будут, за одним исключением, и это неон. Если заставить электрический разряд пройти через трубку, заполненную этим газом, в

результате получится красивое свечение, и вполне возможно, что неоновые трубки станут электрическим источником света будущего. Однако это всего лишь прогноз, и к тому же сомнительный.

Неактивные элементы могут представлять ценность для взрывчатых веществ. Мы видели, насколько важен азот в этих опасных веществах, главной особенностью которых является их нестабильность — то есть их готовность превращаться во что-то другое, - и эта нестабильность обусловлена нежеланием, с которым азот попадает в них. Азот, хотя и неактивен, содержит гораздо меньше азота, чем эти другие, и если когда-нибудь будет найден способ заставить их вступить в соединение, это соединение, вероятно, окажется чрезвычайно мощным взрывчатым веществом.

ГЛАВА VI

НАУЧНЫЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ В МОРЕ

Безопасность наших ближних всегда была сильным стимулом для развития наших изобретательских способностей. О возникновении серьезной железнодорожной аварии и, примерно, ее природе можно судить из файлов Патентного ведомства, поскольку такое событие заставляет людей задуматься о том, как предотвратить повторение, и, как следствие, на патентный отдел обрушивается лавина таких изобретений. Подобным же образом особенно печальная авария со спасательной шлюпкой несколько лет назад привела к появлению множества изобретений по усовершенствованию этих романтических судов. Многие изобретения, возникающие в этих условиях, конечно, совершенно бесполезны, но некоторые из них "остаются надолго".

Поэтому неудивительно, когда мы думаем о почти бесчисленных кораблекрушениях, которые происходят даже при современном судоходстве, что человеческая изобретательность была чрезвычайно занята разработкой способов обеспечить большую безопасность и снизить риск для жизней тех, кто спускается в море на кораблях. Пожалуй, ни один из них не является более завораживающим, чем современный маяк с его высокой башней, ярко сверкающим светом, который нетронутым стоит даже в самый сильный шторм, спокойно и настойчиво посылая свои путеводные лучи, как бы ни бушевали на него стихии. Есть что-то особенно привлекательное в этом совершенном воплощении спокойной силы и преданности долгу.

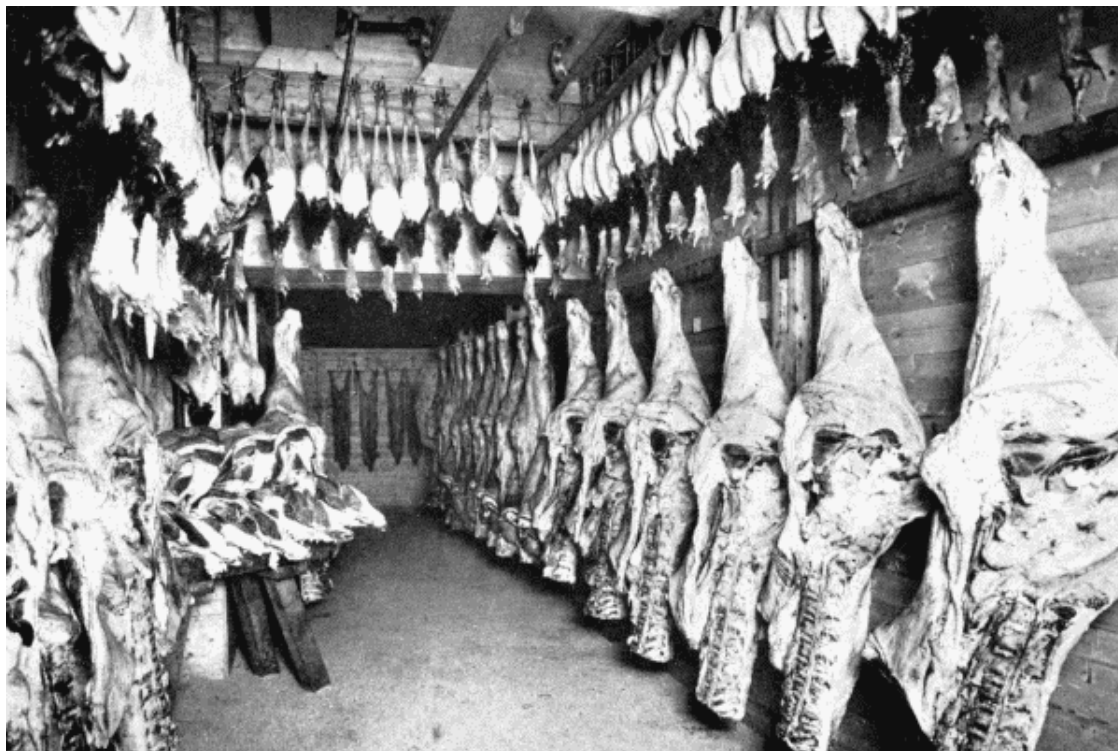
Конечно, его происхождение очень древнее. Одним из самых ранних изобретений, без сомнения, была блестящая мысль очень примитивного человека, который развел костер на холме, чтобы служить проводником запоздалым друзьям, вышедшим на рыбалку в каноэ. Из какого-то такого начала возник современный маяк, великолепный продукт науки гражданского строительства и науки оптики.

О трудностях, возникающих при строительстве башен маяков на отдаленных скалах, написано много. Исторический Эддистоун, например, располагает довольно обширной собственной литературой. О самом свете, однако, известно гораздо меньше.

Сначала будет интересно отметить различные цели, для которых может потребоваться свет, а затем посмотреть, как устройство маяка приспособлено для этих целей.

Есть "созидающий" фонарь, расположенный, по возможности, на каком-нибудь высоком возвышении, получивший свое название из-за того факта, что моряк видит его, когда "созидает" сушу. Суда, приближающиеся к Англии с юго-запада ночью, первыми видят свет на Лайзарде. Трансатлантические суда узнают, что приближаются к суше, заметив маяк Fastnet Rock у берегов Ирландии. Маяк Cape Race light служит таким же образом для тех, кто собирается войти в гавань Святого Лаврентия, а Navesink - для входа в гавань Нью-Йорка. Все подобные устройства должны обладать максимально возможной мощностью, чтобы их можно было видеть не только на как можно большем расстоянии, но и при неблагоприятных условиях, таких как дымка и легкий туман. Конечно, никакой свет не может проникнуть сквозь густой туман, но в легком тумане и дымке мощный свет можно увидеть на значительных расстояниях. По той же причине эти огни должны находиться высоко, иначе кривизна поверхности океана ограничит их дальность действия. Свет, расположенный на высоте 100 футов над уровнем моря, будет виден на расстоянии почти 16 миль, но если подняться всего на 50 футов, он будет невидим на расстоянии 13 миль. Чтобы быть видимым на расстоянии 40 миль, его высота должна достигать 1000 футов.

Но с другой стороны, высота в некоторых случаях является недостатком, поскольку иногда туман нависает на небольшом расстоянии над морем, в то время как ниже него воздух чистый, и чем выше может находиться источник света, тем больше вероятность того, что его фонарь погрузится в плывущее облако тумана. Многие читатели, знакомые с южным побережьем Британии, наверняка помнят, что света, который раньше горел на вершине Бичи-Хед, там больше нет, его заменила башня у подножия утесов, причина в том, что она может находиться ниже облаков тумана, которые преобладают в этом месте.



С разрешения

господ Дж. Энд Э. Холла, Лтд.

Холодильная камера

Интерьер холодильной камеры, в которой мясо и птица сохраняются хорошими и свежими благодаря использованию машинной заморозки.—См. стр. 67

Но упоминание о Бичи-Хед знакомит нас с другим классом огней, известных как "каботажные", поскольку они предназначены для того, чтобы вести моряка от точки к точке вдоль побережья. Сразу видно, что во многих случаях им не обязательно быть видимыми на таких больших расстояниях, как сигнальные огни. Например, когда моряк увидел Ящерицу, он знает, где она находится. Для того, чтобы он мог как можно скорее узнать этот важный факт, желательно, чтобы этот свет имел максимально возможную дальность действия, но, расположившись таким образом, когда он начинает нащупывать свой путь вдоль Ла-Манша, он ориентируется по прибрежным огням, и пока они находятся на такой дальности, что он никогда не упускает из виду один или два из них, этого будет достаточно. Таким образом, пляжный головной фонарь в его нынешнем низком положении имеет достаточный радиус действия для своей цели, с дополнительным преимуществом большей свободы от затемнения туманом. Таким образом, мы видим, как местные условия и назначение каждого конкретного источника света должны приниматься во внимание при определении его положения и мощности.

Водоворотный камень, опять же, является примером другого класса. Он просто служит для обозначения положения группы опасных пород. Его функция заключается не столько в руководстве, хотя, без сомнения, он часто служит именно для этого, сколько в предупреждении. Свет Ящерицы манит приближающийся корабль в безопасное место Ла-Манша; вихревой камень предостерегает его от опасности. Следовательно, последние и подобные им огни являются "предупредительными" огнями.

Прямо у входа в Ла-Манш, эту величайшую из всех судоходных магистралей, лежат острова Силли. Эта группа включает в себя несколько островов приличного размера, с которых мы черпаем эти обильные запасы прекрасных весенних цветов, но она также включает в себя большое количество скалистых островков, которые отправили на верную гибель множество сильных кораблей. Таким образом, на одном из островков, Бишопс-Рок, теперь стоит очень мощный фонарь, служащий примером для многих, чья двойная цель - приветствовать моряка, когда он приближается к нашим берегам, и в то же время предупреждать его о местной опасности. Это как контрольные огни, так и сигнальные лампы.

Не менее важными, хотя и менее впечатляющими, являются путеводные огни, которые направляют корабли в гавани и из них, а также по узким каналам. Обычно они располагаются парами, причем один из них находится немного позади и выше другого. Таким образом, когда моряк видит их оба, один точно над другим, он знает, что находится на правильном курсе.

Иногда маяки имеют вспомогательные огни, а также основной свет, чтобы обозначить проход между двумя опасностями или предупредить о какой-либо опасности. Вспомогательные огни часто бывают цветными, и обычно они представляют собой "секторы", показывающие не весь полный круг или даже значительную его часть, а только в одном определенном направлении. Обычно их показывают из окна в башне, расположенного ниже основного источника света.

Наконец, важно помнить, что каждый источник света должен быть отличим от соседних. Следовательно, каждый источник света в любой данной местности отличается "характером" от всех остальных. Этот символ придается ему с помощью вспышек. Вместо того чтобы излучать,

как это делали примитивные фонари, постоянный свет, современный маяк демонстрирует серию вспышек, продолжительность которых вместе с интервалами между ними придают ему его отличительный характер. Такая схема мигания имеет дополнительное преимущество перед постоянным светом. Каждую вспышку можно сделать более мощной, чем мог бы быть постоянный свет. Но об этом позже.

Фактический источник света зависит от обстоятельств. Электрическая дуга, как мы все знаем, является очень мощным источником света, на самом деле ее можно сделать самой мощной из всех, но ее свет явно голубоватый. Сейчас время, когда свет больше всего необходим, - это пасмурная погода. Туманы, варьирующиеся от легкой дымки до густой пелены темноты, встречаются очень часто, и свет маяка должен быть способен проникать сквозь них как можно дальше.

На самом деле чистый туман, какой бывает в море, ни в коем случае не является непрозрачным. Черные туманы больших городов - совсем другое дело, но они не из тех, от которых страдает моряк. В туманный день на открытой местности или у моря часто бывает особенно светло; действительно, свет имеет особенно рассеянную природу, которая придает всему приятное равномерное освещение. Таким образом, мы видим, что туман действительно прозрачный, но он рассеивает свет. Он не останавливает световые лучи, а просто изгибает их и рассеивает во всех направлениях. Таким образом, мы ничего не можем разглядеть сквозь туман, но сквозь него до нас доходит поток света. По своему эффекту это похоже на то "гофрированное" стекло, которое часто используется для перегородок между комнатами, которое пропускает свет, но через которое *невидно*.

Таким образом, мы видим, что эффект, который производит туман, заключается главным образом в преломлении световых лучей. Каждая маленькая капля воды (ибо следует помнить, что туман - это мириады крошечных капель жидкости; это не пар) действует подобно крошечной линзе и искривляет проходящие через нее лучи. И чем более синий луч, тем больше он искривляется. Наоборот, чем он более красный, тем меньше он искривляется. Когда луч света анализируется в спектроскопе, красные лучи изгибаются меньше всего, а синие - больше всего, так что красные лучи падают на один конец спектра, а синие - на другой.

Теперь мы *видим* вещь только тогда, когда лучи света, исходящие из каждой ее части, падают прямо (или почти так) на наши глаза. Следовательно, поскольку красные лучи изгибаются и рассеиваются туманом меньше, чем синие, красный свет будет легче виден сквозь туман, чем синий. Из этого может показаться, что красное стекло, поставленное перед источником света, лучше подойдет для этой цели, но это не так по той простой причине, что фильтрация света через красное стекло на самом деле не делает его краснее, чем оно было раньше: оно просто делает его краснее, извлекая из исходного света все, кроме красного. Но источник света, который *естественно* красноват, является таковым потому, что он более обильно насыщен красными лучами, в то время как голубоватый свет, такой как электрическая дуга, естественно, лишен красных лучей. Следовательно, исходя из теории, мы должны быть склонны ожидать, что электрическая дуга не была бы хорошим источником света для маяка, поскольку в туманную погоду ей не хватало бы проникающей способности. Некоторые читатели, возможно, сами заметили, что в городах, где электрическое освещение и газовые фонари используются рядом друг с другом, последнее, хотя и относительно слабее при нормальных условиях, кажется, дает больше света в тумане. И эксперименты показывают, что это действительно так. Таким образом,

хотя есть несколько маяков с электрическими дугowymi лампами, то, что сейчас считается лучшим, - это масляная лампа особой конструкции с использованием плафона типа Welsbach.

Масло хранится в прочных стальных резервуарах, в которые воздух нагнетается с помощью насоса, мало чем отличающегося от тех, которые используются для накачивания велосипедных шин. Таким образом, давление на масло поддерживается примерно в 65 фунтов на квадратный дюйм. Это нагнетает масло вверх по трубе и направляет его струей в испаритель - трубку, нагреваемую снаружи так, что в ней масло превращается в газ. Затем этот газ поднимается к горелке и нагревает мантию точно так же, как газ в обычной газовой лампе накаливания. Действительно, в случае освещения материковой части вблизи города часто используется газ из городской магистрали. Но это простое устройство для использования испаренного масла, как легко увидеть, может быть использовано где угодно. Небольшое количество образующегося газа пропускается через патрубок и сжигается для нагрева испарителя. Для запуска аппарата испаритель нагревается небольшим количеством метилированного спирта. Таким образом, все достаточно автономно и настолько просто, что практически ничего не выходит из строя. Лампа самого большого размера обеспечивает мощность 2400 свечей при расходе $2\frac{1}{4}$ пинт масла в час, в том числе обычного масла, которое используется в обычных фитильных лампах.

Получив источник мощного света, следующее, что нужно сделать, - это собрать этот свет и направить его в нужном направлении. Ибо свет исходит от лампы во всех направлениях (практически), и большая его часть была бы полностью потрачена впустую, если бы его не собирали и не направляли в нужном направлении.

Самой ранней попыткой сделать это было использовать отражатель из яркого полированного металла. В наиболее усовершенствованном виде они были выполнены по той своеобразной кривой, которая известна как парабола. Это кривая, полученная путем вырезания конуса определенным образом, поэтому она является одним из "конических сечений", и ее особое соответствие для данной работы заключается в том факте, что при помещении источника света в определенную точку, известную как "фокус", все расходящиеся лучи, падающие на отражатель, будут отражаться в одном направлении, параллельно друг другу. Обычное сферическое зеркало отразило бы их либо обратно к лампе, либо в расходящихся направлениях.

На любом расстоянии луч от параболического отражателя будет более интенсивным, чем от сферического, поскольку лучи будут располагаться ближе друг к другу. Но даже при параболическом излучении происходит некоторое рассеяние по той простой причине, что, в то время как фокус представляет собой математическую точку (положение без величины), наиболее концентрированная из известных форм света имеет значительную величину. Следовательно, лучи, исходящие из центра мантии, отражаются в соответствии с теорией, но лучи, исходящие из отдаленных ее частей, несколько рассеиваются. Эта трудность, вероятно, не может быть преодолена, и поэтому даже в лучших образцах архитектуры маяков вспышки получаются не совсем четкими. Есть, так сказать, центральный момент, когда вспышка почти ослепляет по своей интенсивности, но ей предшествует период нарастания яркости, за которым следует период убывания освещенности.

Однако в современных приборах полностью обошлись без металлических зеркал, их место заняли отражающие призмы из стекла. Металлические призмы приходилось постоянно тереть,

чтобы поддерживать в чистоте, и это вскоре притупляло их блеск, в то время как стеклянные нужно было только тщательно протирать, что практически не влияло на их поверхность.

Для некоторых может стать неожиданностью, что возможны отражающие призмы. Идея преломления через призму довольно знакома. Это формирует основной принцип спектроскопа. Каждому школьнику объясняют рефракцию, чтобы объяснить происхождение радуги. Но *отражение* от куска самого чистого стекла кажется почти противоречащим друг другу. Однако это всего лишь вопрос формы. В некоторых призмах свет просто изгибается при прохождении через них. В других случаях он согнут вдвое, так что выходит из призмы точно так же, как если бы отразился от зеркала. В маяке используются оба устройства. Давайте посмотрим, как они сочетаются для выполнения предстоящей работы.

Возьмем, прежде всего, случай освещения изолированной скалы, когда предупреждение необходимо в равной степени повсюду. Все, что здесь необходимо, - это собрать те лучи, которые, если их предоставить самим себе, упали бы на воду у подножия башни, и те, которые устремились бы ввысь, а затем собрать все лучи в несколько пучков. Мы предположим простой случай, в котором предполагается, что свет дает вспышки через равные промежутки времени.

Мы находимся в самом верхнем помещении маяка, так называемом фонаре. В центре возвышается муретта, или пьедестал. В нем несколько колонн поддерживают круглую платформу, на вершине которой перемещается то, что мы могли бы назвать поворотным столом, который, в свою очередь, имеет каркас из оружейного металла, в который встроен лабиринт стеклянных стержней, треугольных в сечении и изогнутых в виде концентрических кругов. Вся конструкция, возможно, имеет огромные размеры. От пола до платформы высота в рост обычного человека. Действительно, вокруг поворотного стола есть галерея, которая образует крышу над нашими головами, так что только после установки нескольких железных ступенек на эту галерею мы можем осмотреть стеклянную часть.

Поднимаясь, мы замечаем, что стены камеры до самой галереи сделаны из железных пластин, в то время как над ними находится металлический каркас, заполненный стеклянными панелями, и, прежде всего, куполообразная крыша.

Добравшись до платформы, мы приступаем к осмотру стекла и обнаруживаем, что металлический каркас образует клетку с четырьмя сторонами, каждая из которых примерно плоская, но на самом деле слегка сферическая. Каждая из этих сторон называется "панелью". В центре каждой находится линза. Заглядывая в щели между призмами, мы видим, что лампа находится внутри этой конструкции, точно в центре, так что ее свет проходит прямо через центральную линзу или "яблочко". Вокруг этого яблочка расположено множество кругов из стеклянного бруска, образующих преломляющие призмы. Вокруг этого снова расположены другие стержни в виде сегментов, которые вместе образуют круги, некоторые из которых являются преломляющими призмами, а другие - отражающими призмами. Все лучи света от лампы, падающие на какую-либо одну призму, отклоняются, так что они движутся примерно в одном направлении. Призмы в верхней части удерживают лучи, которые в противном случае уходили бы в небо. Призмы в нижней части собирают лучи, которые упали бы у подножия башни. Так что почти ни один из них не теряется. Если бы не тот факт, что сама лампа сравнительно большая, а не теоретическая точка, как уже объяснялось, луч от этой панели был бы идеально прямым, параллельным и везде имел бы одинаковую плотность. Как бы то ни было,

по мере продвижения он немного расширяется, но, с практической точки зрения, мы могли бы назвать его сплошным лучом света.

Каждая из панелей испускает такой луч, что они расходятся в четырех направлениях от центральной лампы, как четыре спицы от ступицы колеса.

Затем, спустившись еще раз на этаж, с которого мы начали, мы видим, что среди колонн находится большое часовое устройство, назначение которого — приводить в движение поворотный стол и все, что на нем находится, - на языке инженера маяка "оптический прибор" или, короче, "аппаратуру". И при этом повороте расходящиеся лучи света огибают горизонт и последовательно ударяют в глаза любому моряку, который может оказаться в пределах досягаемости. Каждый раз, когда луч попадает в него, он видит вспышку. Если аппарат будет вращаться один раз в минуту, он будет видеть четыре вспышки каждую минуту, по одной от каждой панели.

Тогда давайте рассмотрим преимущества этого замечательного механизма с его хитроумным расположением призм. Именно последние, конечно, являются важными. Остальная, механическая часть, предназначена просто для того, чтобы удерживать их и вращать с нужной скоростью. Во-первых, устройство дает нам вспышки вместо постоянного света; это придает маяку его "характер". Затем снова увеличивает яркость света. Вместо того чтобы светить по всему кругу, свет концентрируется в четырех особых направлениях, и свет, который был бы потрачен впустую вверх или вниз, сохраняется и используется.

Но предположим, что рассматриваемый нами маяк находится недалеко от берега, так что ему нет необходимости отбрасывать какой-либо свет в одном направлении — в сторону суши. Тогда мы должны были бы увидеть внутри вращающейся рамки с ее призмами неподвижную рамку с отражающими призмами, которые улавливали бы любые лучи, исходящие от лампы в направлении земли, и просто отбрасывали бы их, так сказать, обратно в пламя. Таким образом, интенсивность пламени увеличивается за счет отбрасываемых назад лучей, которые в противном случае были бы потрачены впустую.

Или предположим, что характер света таков, что вспышки должны быть через неравномерные промежутки времени. Тогда каркас вместо того, чтобы быть симметрично четырехсторонним, имел бы неправильную форму.

И это подводит нас к прекрасной особенности механизма устройства. Мы обсуждали схему с четырьмя панелями. Предположим, что мы должны были сократить ее до трех. Тогда, поскольку весь свет был бы сосредоточен в трех лучах вместо четырех, каждый луч был бы более интенсивным. Таким образом, мы увеличили бы радиус действия нашего оборудования без какого-либо увеличения стоимости масла - так сказать, даром. Но чтобы получить такое же количество вспышек в минуту, нам пришлось бы вращать его намного быстрее. Но увеличение скорости означает увеличение нагрузки на хранителей, которым приходится заводить тяжелые грузы, приводящие в действие часовой механизм. Таким образом, существует предел скорости, которая может быть достигнута.

Но если трение может быть практически устранено, аппарат может вращаться с высокой скоростью, не создавая чрезмерной нагрузки на людей. Но как таким образом избавиться от трения? Братья Шанс, великие строители маяков из Бирмингема, сделали это почти полностью, поместив аппарат на ртуть. Поворотный стол имеет на нижней стороне большое кольцо,

которое почти подходит к чугунному желобу на верхней части подставки. В этом желобе находится ртуть, так что на жидком металле аппарат плавает, как на круглом плоту. Стол с его линзами, призмами и другими приспособлениями может весить шесть или семь тонн, но его можно вращать одним пальцем.

Оптические приборы различных размеров известны как "порядки". Один из оптических приборов "первого порядка" имеет фокусное расстояние 920 мм. Это означает, что существует определенное расстояние между центром лампы и "яблочком". Они последовательно опускаются до шестого порядка с фокусным расстоянием 150 миллиметров, в то время как наиболее важные источники света на порядок превосходят даже так называемые "первые", называемые "гиперрадиальными", фокусное расстояние которых составляет 1330 миллиметров.

Недавний пример гиперрадиального свечения можно найти на хорошо известном Кейп-рейсе в Ньюфаундленде. Он вращается каждые 30 секунд, выдавая вспышку продолжительностью 3 секунды каждые $7\frac{1}{2}$ секунды. Оптический прибор весит семь тонн.



С разрешения господ.

Chance Bros . and Co., Ltd., Бирмингем

Маяк острова Дассен, мыс Доброй Надежды

Этот маяк высотой 80 футов построен из чугунных пластин, скрепленных болтами

Большинство маяков оснащены какими-либо противотуманными сигналами, которые имеют тот же отличительный характер, что и огни. Некоторые из них представляют собой рожки, которые через определенные промежутки времени выдуваются сжатым воздухом, часто получаемым от специального воздушного насоса, приводимого в действие масляным двигателем. Другое дело - запускать детонаторы через установленные промежутки времени. Но, пожалуй, самым интересным из всех является подводный телефон. Проблема со звуковыми сигналами заключается в том, что они могут меняться по мере изменения условий атмосферы. Ибо, каким бы странным это ни казалось, воздух, который является естественной средой, с помощью которой звуки доносятся до наших ушей, на самом деле является очень неподходящим веществом для этой цели. Вода намного лучше. Пловец, который захочет попробовать эксперимент с лежанием на воде с погруженными ушами, в то время как друг бьет в гонг под водой на некотором расстоянии, будет поражен результатом. Очень многие современные суда оснащены подводными ушами, на самом деле водонепроницаемыми телефонными приемниками. По одному крепятся с каждой стороны судна, провода от них подводятся к телефонным приемникам возле мостика. Многие маяки и плавучие маяки подобным образом оснащены подводными колоколами, в которые можно звонить через определенные промежутки времени. Звуки, которые таким образом передаются по воде, всегда одинаковы. Атмосферные или подобные изменения не оказывают на них никакого влияния. И, более того, офицер может сказать, на какой стороне его корабля находится колокол. Если он находится по левому борту, он звучит громче в его левостороннем телефоне, и наоборот. Поворачивая корабль до тех пор, пока он не услышит их одинаково, он знает, что указывает прямо на колокол или от него. Таким образом, если звонок относится к сигнальной лампе, он может уверенно уходить от опасности даже в самом густом тумане.

Но наука не только снабдила моряка огнями изумительной мощности со странными отличительными знаками и надежными звуковыми сигналами при туманной погоде, она также нашла ему надежный компас, но это достойно отдельной главы.

ГЛАВА VII

ГИРОКОМПАС

Магнитный компас испокон веков был ориентиром моряка в непроходимых водах. В пасмурную погоду это было его единственным средством определить направление, в котором двигалось его судно. Действительно, не будет преувеличением сказать, что морская торговля в мире была основана на поведении этого маленького кусочка намагниченной стали.

Однако в нем всегда были определенные недостатки. Начнем с того, что он указывает не на географический север, а на "магнитный полюс", точку, находящуюся на некотором расстоянии от географического полюса и, более того, не совсем постоянную. Тот факт, что магнитный полюс меняет свое положение, убедительно подтверждается тем фактом, что специальный отдел Гринвичской обсерватории постоянно работает с помощью тонких самопишущих приборов, наблюдая и фиксируя его колебания. А главная обсерватория мира, следует помнить, существует в первую очередь не в интересах чистой науки, а как подразделение британского

адмиралтейства для изучения вопросов, представляющих интерес для навигации. Таким образом, мы имеем свидетельство важности этих маленьких капризов со стороны магнитного компаса.

Но в дополнение к этим врожденным недостаткам существует новый источник ошибок в магнитном компасе, который человек создал сам, делая свои корабли из железа вместо дерева. Каждый корабль наших дней - это огромный магнит. Кусок железа, оставленный в одном и том же положении в течение длительного времени, поляризуется, то есть приобретает свойства магнита; а два магнита всегда оказывают влияние друг на друга. Следовательно, корабль, пролежав, возможно, год в одном положении в период постройки, сам становится магнитным и создает помехи своему собственному компасу.

С другой стороны, наши методы строительства кораблей усугубляют эту проблему. Считается, что каждая молекула железа сама по себе является миниатюрным магнитом со своими северным и южным полюсами. Они беспорядочно лежат в массе намагниченного железа, нейтрализуя друг друга, так что масса, взятая в целом, не проявляет никакой магнитной силы. Но если каким-то образом все миллионы миллионов молекул можно расположить таким же образом — так, чтобы все их северные полюса были направлены в одном направлении, а южные — в противоположном, - тогда все они будут действовать сообща. Вместо того чтобы нейтрализовать друг друга, они будут тогда помогать друг другу, и при таких условиях масса железа будет обладать той особой силой, которая характерна для магнита. До тех пор, пока кусок железа остается в том же положении, магнетизм земли, таким образом, действует на молекулы. Точно так же, как стрелка компаса стремится направить стрелку на север и юг, то же самое происходит с каждой молекулой в массе железа. И если, лежа неподвижно, по железу ударяют молотком, то сотрясение молекул из-за ударов молотком как бы разрыхляет их и помогает силе земли привести их в нужное положение.

Таким образом, достаточно понаблюдать за клепкой корабля и увидеть, с какой энергией клепальщики орудуют своими молотками, чтобы понять, что, когда все тысячи или даже миллионы заклепок будут готовы, материал этого корабля будет иметь наилучшие шансы стать магнитным.

Что еще хуже, корабли часто нагружены большим количеством железа среди своего груза. Это тоже может повлиять на работу компаса. На военных кораблях установлены тяжелые орудия, каждое из которых весит вместе со своей башней сотни тонн, и они перемещаются, так что их воздействие на компас не всегда одинаково, а может меняться время от времени. И, наконец, можно упомянуть электрическое оборудование современного корабля, состоящее в основном из мощных магнитов.

Таким образом, в целом неудивительно, что старый магнитный компас несколько ненадежен. Его приходится уговаривать выполнять свои обязанности. Вокруг него должны быть расположены куски железа и магниты, чтобы противодействовать этим возмущающим воздействиям, которыми он окружен. Перед путешествием эксперты должны подняться на борт, чтобы отрегулировать компасы, и даже тогда есть основания полагать, что прибор иногда неверно показывает корабль.

Поэтому неудивительно, что военно-морские власти, в частности, во всем мире, приветствовали появление нового компаса, который, по-видимому, не обладает ни одним из

этих недостатков. Он указывает на географический север, на фактическую ось, если можно так выразиться, вокруг которой вращается земля. Он немагнитен, так что присутствие железа или магнитов даже в непосредственной близости от него практически не оказывает на него влияния. С другой стороны, он должен приводиться в движение электрическим током, и представляется вполне возможным, что в какой-нибудь серьезный кризис он может выйти из строя, хотя на случай выхода из строя одного из альтернативных источников питания предусмотрены все возможности, и всегда есть возможность вернуться к старому магнитному компасу, если новый выйдет из строя.

В принципе, улучшенный компас, как и его старший брат, отличается простотой. Последний - всего лишь маленький кусочек намагниченного железа; первый - не что иное, как вращающийся волчок.

Довольно странно, что, хотя вращающийся предмет был привычной игрушкой в течение многих лет и что, более того, его поведение было предметом исследования некоторых очень выдающихся ученых, только в последние годы его принципы были применены на практике.

Всем знаком тот факт, что круглый деревянный брусок будет держаться на сравнительно высоком колышке до тех пор, пока он быстро вращается. И это лишь одна из любопытных вещей, которые будет делать вращающееся тело. Например, представьте колесо, установленное на оси, концы которой опираются внутри кольца, в то время как кольцо снова опирается на шарниры между двумя зубцами вилки, причем вилка может свободно поворачиваться в гнезде. После этого колесо становится свободным для движения в любом направлении. Технически говорят, что оно имеет "три степени свободы". Он может вращаться, его ось может поворачиваться снова и снова вместе с поворотным кольцом, внутри которого он закреплен, в то время как он также может вращаться снова и снова, когда вилка поворачивается в своем гнезде. Предполагая, что все шарниры абсолютно свободны, что оси перемещаются в своих гнездах совершенно свободно — чего, конечно, на самом деле нет, — тогда установленное таким образом колесо могло бы двигаться в любом направлении под воздействием любой силы, которая могла бы воздействовать на него. Теперь установленное таким образом колесо, если его оставить в покое, остается точно в том же положении до тех пор, пока оно продолжает вращаться. Если он вращается достаточно быстро, его стремление оставаться неизменным будет достаточно сильным, чтобы преодолеть трение любого обычно хорошо сделанного инструмента. Следовательно, колесо с таким описанием использовалось для демонстрации вращения земли, оно оставалось неподвижным (за исключением, конечно, его вращательного движения), в то время как земля двигалась под ним.

Могли бы мы полностью исключить влияние трения, которое можно было бы использовать в качестве компаса, поскольку его можно было бы установить, скажем, так, чтобы его ось была направлена на север и юг, в начале рейса, и он оставался бы таким, несмотря на все эволюции, через которые может пройти корабль.

Но существует даже лучшая схема, основанная на особом поведении вращающегося колеса, когда оно имеет только две степени свободы. Предположим, что мы обошлись без кольца, использованного в предыдущем устройстве, поворачивая концы оси между зубцами вилки. После этого колесо может свободно вращаться, и его ось может совершить полный оборот за счет поворота вилки в ее гнезде, но наклона оси быть не может. Лишенный, таким образом, одного из своих перемещений, гироскоп с тремя степенями свободы становится гироскопом с

двумя степенями свободы, и в такой форме он удовлетворяет потребность в эффективном и надежном компасе.

Секрет всего этого заключается в любопытном факте, что гироскоп с двумя степенями свободы проявляет острое желание расположить свою ось параллельно оси земли. Из-за формы земли описанное устройство с вертикально стоящей вилкой не может иметь своей оси, действительно параллельной оси земли, за исключением Экватора. Тем не менее, он становится как можно более параллельным. Чтобы быть точным с научной точки зрения, мы должны сказать, что он помещает свою ось "в ту же плоскость", что и ось земли.

Чтобы понять это, нам нужно осознать, что любое движение относительно. На обычном языке, когда мы говорим, что предмет неподвижен, мы имеем в виду, что он неподвижен относительно поверхности земли, но поскольку земля движется, то самый неподвижный предмет, по-видимому, действительно движется с огромной скоростью.

Собор Святого Павла в Лондоне или высокий небоскреб в Нью-Йорке обычно рассматриваются как высшие образцы неподвижности. Было бы трудно найти лучшие примеры стационарности, поскольку мы обычно смотрим на вещи. Каждая вещь стоит, прочная, на горизонтальном основании. И все же каждый из них на самом деле совершает сальто каждые двадцать четыре часа. Плато, на котором стоит собор Святого Павла, хотя и кажется тихим и неподвижным под нашими ногами, постоянно наклоняется; его восточный край постоянно опускается вниз, а западный - вверх, поскольку земля совершает свое ежедневное вращение. Это только северная и южная линии, которые в какой-то степени не разделяют это постоянное движение наклона. Каждая плоскость, большая или маленькая, пока она остается горизонтальной, наклоняется таким образом: вниз у восточного края и вверх у западного. А плоскость, в которой ось гироскопа с "двумя градусами" может свободно перемещаться, является горизонтальной плоскостью. Благодаря тому, что он удерживается между зубцами вилки, в то время как он может поворачиваться, указывая на север, юг, восток или запад, или в любую точку между ними, он не может отклоняться от горизонтальной плоскости. Следовательно, такая ось всегда наклоняется из-за движения земли, *за исключением случаев, когда она находится точно на севере и юге.*

Теперь по причине, которая слишком сложна, чтобы вдаваться здесь в подробности, гироскоп категорически возражает против такого наклона своей оси. Если превосходящая сила вынуждает его подчиниться наклону, он пытается развернуться вбок. Любой, у кого есть волчок с гироскопом, и кто захочет попробовать этот эксперимент, довольно легко ощутит это действие. Держите волчок в руке и поворачивайте его так, чтобы ось была наклонена, когда он, если вы не будете осторожны, вывернется у вас из рук.

Таким образом, рассматриваемый нами гироскоп, когда движение земли наклоняет свою ось, поворачивается в своем гнезде до тех пор, пока, наконец, не достигнет положения север-юг, когда наклон и, следовательно, вращение прекращаются. Следовательно, ось гироскопа, предоставленная самой себе (при этом вращение колеса сохраняется), будет перемещаться в северном и южном направлениях. И, более того, она будет оставаться в этом направлении. Потребуется некоторая сила, чтобы повернуть его в любое другое положение. И если его переместить в любое другое каким-либо посторонним способом, он снова вернется в прежнее положение.

Следовательно, колесо, расположенное таким образом, обладает всеми качествами, необходимыми для морского компаса. Но, к сожалению, существуют механические трудности при использовании такого простого приспособления для этой цели.

Главным из всего этого является тот факт, что это не то, что инженеры называют "мертвым ударом". Это означает, что он не перейдет в нужное положение, а затем останется там совершенно неподвижным. Вместо этого сначала он немного превысит отметку, за которой последует обратное действие, оно вернется и превысит ее так же далеко в противоположном направлении. Следовательно, вместо постоянного направления, всегда точно в одном и том же направлении, он будет колебаться больше или меньше, причем точные линии севера и юга являются средним положением, центром колебаний.

Конечно, можно было бы заглушить это, так сказать, сделать перерыв, если бы аппарат оставался неподвижным. Например, если бы весь механизм был погружен в воду, сопротивление жидкости сдерживало бы любое быстрое перемещение оси, но это не помешало бы ей медленно находить свое истинное положение. Таким образом, колебания были бы сведены к такому малому диапазону, что им можно было бы пренебречь для практических целей. Но недостатком устройства такого рода, применяемого к гироскопу на борту корабля, было бы то, что ось в некоторой степени вращалась бы каждый раз, когда корабль поворачивался. Когда она меняла направление, она более или менее увлекала за собой воду; та, в свою очередь, увлекала за собой гироскоп, и поэтому направление последнего какое-то время было неверным. Со временем он восстановил бы свою точность, но в то же время это сбивало бы корабль с пути истинного.

Следовательно, применение этой, самой по себе удивительно простой идеи к этой чрезвычайно важной цели сопровождалось трудностями, которые долгое время были непреодолимыми.

Но в конце концов все было преодолено благодаря гению доктора Аншутца из Гамбурга, чья фирма первой выпустила практичное изделие. Воспользовавшись другим движением гироскопа, устроенного так, как было описано, и используя само вращающееся колесо в качестве центробежного вентилятора, он смог заставить колесо выдувать воздух, так сказать, "против самого себя", находясь в любом положении, отличном от северного или южного. Таким образом, если он отклоняется на восток, эта струя воздуха стремится сдуть его назад; если он поворачивает на запад, струя снова вступает в действие, стремясь вернуть сбившийся с пути гироскоп на свое место; и таким образом тенденция к колебаниям устраняется.

Готовый прибор в том виде, в каком он устанавливается на новейших военных кораблях, конечно, сильно отличается в деталях от простого устройства, которое мы рассматривали до сих пор, хотя в принципе он точно такой же. Существенной деталью является тяжелое металлическое колесо, в сочетании с которым имеется электродвигатель, который заставляет его вращаться со скоростью около 20 000 оборотов в минуту.

Подшипники колеса опираются на металлическое кольцо, которое плавает на поверхности ртутного желоба. Таким образом, трение снижается почти до минимума. Единственное место, где колесо и его опоры соприкасаются с чем-либо твердым, - это изящно выполненный шарнир, который служит для удержания плавающего механизма в центре ртутного резервуара и предотвращения его трения о его стенки. Ток, приводящий в движение двигатель, достигает его через этот шарнир и выходит через ртуть. Таким образом, хотя плавающая часть имеет

значительный вес, для ее перемещения действительно достаточно очень небольшого усилия; в то время как, глядя с другой стороны, мы можем видеть, что корабль может быстро поворачиваться вправо или влево, увлекая за собой чашу с ртутью, вообще не поворачивая плавающую часть. Таким образом, гироскопический механизм действительно очень свободен в выполнении своей функции по удержанию устройства всегда направленным в одну сторону.

На поплавке установлена карта компаса, очень похожая на карту обычного магнитного прибора, и моряк считывает ее точно таким же образом. По внешнему виду существенной разницы нет; в одном случае под картой находится магнит, удерживающий ее неподвижно, в другом - поплавок с установленным на нем вращающимся колесом.

На судне обычно имеется один "главный компас" такого типа с электрическим повторителем в каждом из положений рулевого управления. Когда "мастер" поворачивается в своем корпусе, он посылает быструю серию токов всем остальным, заставляя их вращаться в унисон с ним. "Мастер" устанавливается в какой-нибудь безопасной части судна, где он с наименьшей вероятностью может стать жертвой каких-либо случайных повреждений.

ГЛАВА VIII

ТОРПЕДЫ И ПОДВОДНЫЕ МИНЫ

Грустно думать, сколько научного мастерства и знаний было потрачено во время Великой войны на убийство людей. Раньше считалось, что в один прекрасный день возникнет великое научное изобретение, обладающее такой смертоносной мощью, что впоследствии война навсегда станет немыслимой; ее ужасы будут таковы, что все нации будут шарахаться от нее. Однако это пророчество не сбылось, и нет никаких признаков этого. Напротив, каждому научному достижению в области ведения войны быстро противостоит другое: настолько, что при всей нашей науке в области производства оружия и нашем мастерстве в его использовании война в двадцатом веке, если вообще что-либо, менее смертосна по сравнению с численностью задействованных, чем это было раньше.

Однако есть два вида оружия, которые в этой войне достигли смертоносной эффективности, которой они, по-видимому, не обладали раньше, и против которых еще не появилось удовлетворительного противоядия.

Эти две - подводная мина и торпеда. Последняя, в частности, ранее потерпела сокрушительную неудачу, но теперь она зарекомендовала себя как оружие подводной лодки. Однако только в связи с подводной лодкой был достигнут какой-либо успех, и, поскольку есть явные признаки того, что очень скоро сама подводная лодка будет избавлена от своих ужасов, вполне вероятно, что господство торпеды будет недолгим.

Хотя торпеда только сейчас всерьез заявила о себе на войне, это довольно старая идея. Фактически, мы можем проследить общее представление о ней с очень древних времен. Современное оружие, однако, датируется 1864 годом, когда австрийский изобретатель обратился к английскому инженеру по имени Уайтхед с просьбой продолжить его идею. У

мистера Уайтхеда в то время был завод во Фьюме, на Адриатическом море, и действительно, именно его гений превратил грубую идею в практическое изобретение.

Так появилась торпеда Уайтхеда, используемая сейчас во многих военно-морских силах, а также "Шварцкопф", которую можно рассматривать как немецкую разновидность того же самого.

Говоря в целом, его можно описать как небольшую автоматическую подводную лодку. Внешне он, естественно, в чем-то напоминает рыбу. Получив свое название от этой любопытной рыбы, которая способна поражать электрическим током своей мордой, она также носит на носу приспособление, с помощью которого она поражает током, правда, не электрическим, но столь же смертельным, все, к чему может прикоснуться.

Поскольку ни один искусственный механизм не может сравниться с чудесным действием рыбьих плавников и хвоста, движение обеспечивается гребным винтом, подобным тому, что используется на пароходе, но, конечно, в очень малых масштабах. Однако один гребной винт имел бы тенденцию переворачивать торпеду снова и снова в воде, и поэтому у нее есть два винта, расположенных один за другим и приводимых в движение противоположными способами, так что тенденция поворота одного нейтрализуется тенденцией поворота другого. Лопастей гребных винтов, однако, установлены противоположно, так что, хотя они и вращаются в разных направлениях, они оба толкают торпеду вперед.

За пропеллерами, опять же, находятся рули для управления. Один из них поворачивается вправо или влево, как на обычном корабле, в то время как два других расположены так, что могут двигаться вверх и вниз.

Итак, у нас есть общая картина снаружи: гладкое рыбообразное тело с "жалом" в носу, пропеллеры сзади, приводящие его в движение, и рули, направляющие его.

Внутри находятся различные камеры. В одной из них находится взрывчатое вещество, которое взрывается, когда нос ударяется обо что-либо. Эта "головка", как ее называют, съемная, так что ее можно оставить до тех пор, пока она действительно не понадобится для ведения войны. Боевая головка, которая имеет тот же размер, форму и вес, что и боевая головка, - это то, что торпеда носила на протяжении своей ранней карьеры. Благодаря этому ее можно опробовать в безопасности, заменив боевую часть, когда начнется настоящая работа с торпедой.

Другая камера содержит сжатый воздух, который обеспечивает движущую силу. Это также служит для придания плавучести.

В другом помещении, опять же, находятся двигатели, красивые маленькие штуковины тончайшей работы, почти такие же, как самая лучшая паровая машина, но, конечно, очень маленькие по сравнению с ней.

На ранних этапах дальнобойность торпеды была ограничена количеством сжатого воздуха, который она могла нести. На первый взгляд кажется, что нет причин накладывать на это какие-либо ограничения, но на практике в инженерных вопросах часто существуют ограничения, которые не бросаются в глаза на первый взгляд. Например, увеличить воздушную камеру означало бы увеличить всю торпеду, потребовав большей тяги и двигателей большего размера, а этим двигателям большего размера потребовалось бы больше воздуха, что привело бы к

поражению рассматриваемого объекта. Нагнетание большего количества воздуха с использованием более высокого давления аналогичным образом потребовало бы более толстой камеры, чтобы противостоять более высокому давлению. Это добавило бы веса, требуя большей плавучести. Таким образом, казалось, существовал практический предел, за который невозможно было выйти.

Однако эта трудность была преодолена очень хитрым способом. Когда двигатели израсходовали часть воздуха и запас его несколько исчерпан, в действие вступают химические вещества, которые выделяют тепло, которое передается оставшемуся воздуху. Это тепло расширяет воздух, фактически увеличивая его запас и позволяя торпеде совершать более длительный полет.

Рулевое управление в горизонтальном направлении, то есть влево или вправо, осуществляется с помощью гироскопа. Действие вращающегося колеса обсуждалось в предыдущей главе, и здесь нет необходимости говорить больше: вращающееся колесо всегда старается, чтобы его ось была направлена в одном и том же направлении. Как раз в момент старта такое колесо устанавливается внутри торпеды, и его расположение таково, что, если торпеда отклонится влево, гироскоп управляет рулем направления и направляет ее назад. Точно так же, если он стремится повернуть направо, постоянно бдительный гироскоп снова возвращает его на прежний курс. Таким образом, эффект гироскопа, воздействующего на руль направления, заключается в том, чтобы точно удерживать торпеду в том направлении, в котором она была запущена.

Рулевые управления вверх и вниз также управляются совершенно автоматически, но по-другому. Их функция, очевидно, заключается в поддержании движения на определенном равномерном уровне. Без такого управления торпеда с равной вероятностью вообще выпрыгнула бы из воды или пошла бы вертикально вниз и зарылась носом в ил. Глубина, на которой она должна двигаться, определяется заранее, вносятся определенные необходимые корректировки, и затем торпеда следует своим ровным курсом, не всплывая на поверхность и не проходя под своей целью.

Для этой цели в первую очередь предусмотрен "гидростатический клапан". Это маленькое устройство, открытое для воздействия воды, реагирует на изменения давления. Давление в любой точке под водой точно пропорционально глубине. Например, на глубине десяти футов оно ровно в десять раз больше, чем на глубине одного фута. Таким образом, гидростатический клапан регулируется для выпрямления рулей, когда давление воды на него составляет определенную величину. Если, таким образом, он ныряет вниз, давление увеличивается, и клапан приводит в действие рули таким образом, чтобы поднять его вверх, в то время как если он поднимается слишком высоко, снижение давления заставляет его направляться вниз.

Это действие, однако, слишком внезапное и насильственное, так что при одном только нем торпеда двигалась бы семимильными шагами. Находясь низко, он поднимался слишком внезапно, превышая отметку, только для того, чтобы снова так же внезапно направляться вниз.

Клапан, таким образом, соединен с маятником, действие которого имеет тенденцию сдерживать эти слишком резкие изменения, в результате чего под влиянием двух факторов в сочетании торпеда довольно хорошо сохраняет ровный курс, отклоняясь вверх или вниз лишь в незначительной степени.

Наконец, в ударно-спусковом механизме есть небольшая интересная особенность, которая заслуживает описания. Фактический выстрел вызывается вбиванием маленького штифта, который выступает в носовой части торпеды. Предположим, что в процессе наведения торпеды и запуска ее по заданному курсу этот штырь был бы случайно сбит, что привело бы к ужасной катастрофе. Следовательно, это должно быть предусмотрено, и принятый метод прекрасен своей определенностью и простотой.

Обычно ударник закрепляется винтом настолько надежно, что случайный выстрел невозможен. Однако с ним связан небольшой предмет, похожий на пропеллер, который вращается под действием воды, когда торпеда проталкивается сквозь него, и это отвинчивает и тем самым освобождает штифт. Маленький "веер" должен вращаться определенное количество раз, прежде чем будет отпущен штифт, и совершенно невозможно выполнить это количество до того, как торпеда отойдет на безопасное расстояние от корабля, который ее запускает. Таким образом, на борту корабля и пока он находится рядом с кораблем, он вполне безопасен, но к тому времени, когда он достигает своей цели, он готов взорваться.

Насколько известно, приведенное выше описание дает истинное общее описание торпед, используемых в настоящее время. Лица, обладающие разными способностями, могут различаться в деталях, но в целом они таковы, как только что описано.

Однако есть и другие. Например, "Бреннан" когда-то был принят на вооружение и в значительной степени использовался британцами для защиты гавани. Управление им осуществлялось с берега по проводам. Им управляли, так сказать, проволочными вожжами, и, направляемый таким образом, он мог честно выслеживать свою добычу, поворачивая направо и налево по мере необходимости.

Возможно, еще больший научный интерес представляет торпеда с беспроводным управлением "Armor1". Это изобретение двух джентльменов, господ Армстронга и Орлинга, первые слоги которых в сочетании образуют название торпеды.

Из этого можно отметить две очень интересные особенности. Во-первых, беспроводное управление. В главе о беспроволочной телеграфии описывается когерер, простое маленькое устройство, которое мы могли бы описать как дверь, которая открывается "волнами", распространяющимися по эфиру от передающего устройства. Всякий раз, когда нажимается клавиша передающего устройства, эти волны распространяются дальше, и когда они попадают на когерер, он "открывается". Обычно когерер закрыт, но под воздействием поступающих волн он открывается и пропускает ток от батареи, который может быть вызван для выполнения любой задачи, которую мы пожелаем. Таким образом, игнорируя промежуточные шаги, мы получаем следующее: всякий раз, когда нажимается клавиша отправки, ток протекает через когерер и выполняет любую поставленную перед ним задачу.

А теперь представьте себе зубчатое колесо с четырьмя зубьями. Обычно фиксатор удерживает один из зубьев, но когда фиксатор на мгновение приподнимается, этот зуб выскальзывает и зацепляется следующий. При каждом подъеме фиксатора колесо поворачивается на четверть оборота. Затем представьте, что эта защелка приводится в действие электромагнитом, питаемым током, который проходит через когерер. Таким образом, мы видим, что каждый раз, когда нажимается передающая клавиша, колесо поворачивается на четверть оборота.

К колесу прикреплен маленькая рукоятка, которая вращается вместе с ним, и штифт этой рукоятки входит в прорезь на конце стержня, похожего на румпель лодки. Предположим, что для начала румпель стоит прямо, чтобы направлять лодку прямо. Нажимаем на ключ, колесо поворачивается на четверть оборота, и румпель поворачивается в одну сторону, скажем, влево. Еще одно нажатие на ключ, и после второй четверти оборота румпель снова выпрямляется. Еще одно нажатие, еще четверть оборота, и румпель поворачивается вправо. Таким образом, простым нажатием клавиши нужное количество раз торпеду можно заставить двигаться в любом желаемом направлении.

Вторая оригинальная особенность этого оружия - это средства, с помощью которых оно становится видимым для человека, управляющего им с берега или корабля. Вероятно, причина, по которой эти торпеды больше не используются, заключается в том, что человек, который ими управляет, по необходимости сам на виду. Его нужно разместить где-нибудь, где он сможет следить за ходом движения, иначе он понятия не имеет, как им управлять. Следовательно, он станет объектом нападения противника. Такая торпеда была бы бесполезна на подводной лодке, поскольку подводной лодке нужно было бы всплыть на поверхность, чтобы наблюдатель мог получить достаточно хороший обзор, чтобы иметь возможность управлять торпедой, а все мы знаем, что, находясь на поверхности, подводная лодка является очень уязвимым судном.

Но это между прочим. Суть в том, как сделать торпеду очень хорошо видимой, пока она все еще находится под водой. Можно было бы использовать короткую мачту, но ее можно было бы сорвать. На изобретателя снизошло счастливое вдохновение, когда он заставил ее выдувать струю воды, как это делает кит. Эту струю довольно легко увидеть, но ни один выстрел не может ее уничтожить. Сжатый воздух раздувает эту контрольную струю, которую может видеть наблюдатель, и с ее помощью он может направлять торпеду по своему усмотрению.

Подводную мину можно рассматривать как стационарную торпеду. Он состоит из металлического футляра, наполненного мощным зарядом взрывчатки, который безвредно плавает в воде до тех пор, пока какое-нибудь несчастное судно не ударится о него, после чего оно взрывается с достаточной силой, чтобы пробить дыру в самом прочном корабле.

Есть два класса мин: одни устанавливаются в мирное время для защиты гаваней и каналов; и другие, которые устанавливаются во время настоящих боевых действий.

Первые закреплены более или менее прочно. Для их установки используются услуги дайверов. В некоторых случаях они плавают глубоко в воде, подальше от проходящих судов, но при необходимости всплывают ближе к поверхности. Этот результат достигается за счет наличия якорной цепи такой длины, что при полном растяжении мина всплывает немного ниже поверхности, как раз достаточно высоко, чтобы быть пораженной проходящим судном, вместе с так называемым "взрывным звеном". Звено используется для соединения двух частей цепочки и, таким образом, по сути, для уменьшения ее длины. Провода проходят от звена к берегу, и когда по этим проводам пропускается электрический ток, звено разрывается на части, освобождая цепь, и мина всплывает на всю длину своей цепи.

Другой план состоит в том, чтобы оставить мины всегда плавать высоко, но запускать их не от прикосновения корабля, а от электричества с берега. Таким образом, сохраняется безопасный канал для дружественных судов, в то время как враг может быть уничтожен.

Те мины, которые поспешно закладываются во время войны, обязательно сильно отличаются от этих. Чтобы от них было много пользы, мина должна быть скрыта под поверхностью. Если он будет плавать по воде, его будет видно, и его можно будет избежать или, во всяком случае, легко подобрать. Установить плавающий предмет на определенной глубине в воде практически невозможно, разве что привязав его к другому, более тяжелому предмету, который будет лежать на дне. Следовательно, мины должны быть каким-то образом закреплены.

Но глубина моря различна, так что длину якорной цепи приходится менять, иначе некоторые мины окажутся на поверхности, тем самым рекламируя наличие минного поля, в то время как другие окажутся ниже глубины даже самого большого корабля. Однако на войне мины нужно устанавливать быстро. Нет времени на то, чтобы прозондировать глубину, а затем соответствующим образом отрегулировать длину троса. Следовательно, мина должна быть изготовлена таким образом, чтобы правильно устанавливаться на заранее определенной глубине.

Возможно, некоторые читатели подумают, что такие штуки можно было бы заставить плавать сами по себе на нужной глубине. Однако фактом является то, что предмет либо плавает на поверхности воды, либо опускается на дно. Вода практически несжимаема, так что вода на дне моря не тяжелее, чем у поверхности. Условия, которые преобладают в воздухе и позволяют воздушному шару плавать на любой желаемой высоте, здесь неприменимы. Единственное, что нужно в этом случае, - это иметь якорную цепь или канат нужной длины.

Итак, давайте представим себе корабль-минный заградитель, идущий на всех парах, вероятно, глубокой ночью, тайно устанавливающий мины в надежде, что противник наткнется на них завтра.

Вдоль палубы корабля проходят небольшие железнодорожные пути, а на этих линиях стоят что-то вроде поездов из маленьких грузовиков, у каждого грузовика есть маленькие колеса для движения, и каждый несет большой круглый металлический шар. По мере движения корабля команда, совершенно свободно обращаясь с этими смертоносными предметами, как будто они не представляют никакой опасности, продвигает их к корме и через равные промежутки времени сталкивает один из них за борт. Вот и все.

Свобода, с которой мужчины обращаются с ними, не является безрассудством, поскольку в этом случае они совершенно безвредны. Им также не нужно беспокоиться о длине веревки, поскольку она регулируется сама собой. Просто выбросьте эти штуки за борт, и в должное время они встанут на якорь на нужной глубине и приведут себя в надлежащее состояние для взрыва любого корабля, который может оказаться среди них.

Похожий на грузовик предмет на колесах - это не сама мина: это грузило, лежащее на дне моря. Круглый шар, который он несет, - это мина, и они соединены вместе проволочным тросом. Начнем с того, что эта веревка наматывается на барабан грузила, который либо крепко удерживается, либо может свободно вращаться в зависимости от положения зацепа. Эта защелка удерживается открытой, так что барабан свободен, с помощью груза на конце короткой веревки. Предположим, что длина этой веревки составляет десять футов.

Затем, когда все это опускается в воду, груз опускается сначала на десять футов ниже грузила, которое, будучи более громоздким пропорционально своему весу, опускается медленнее. Во время погружения груз натягивает свою веревку и удерживает открытой эту защелку, так что

барабан выпускает свою веревку и мина безмятежно лежит на поверхности. Однако, как только груз касается дна, натяжение короткой веревки прекращается, защелка захватывает барабан, веревка больше не выпускается, и грузилу, опустившись на последние десять футов, приходится тащить мину вниз. Таким образом, совершенно автоматически, благодаря действительно удивительно простому устройству, мина автоматически закрепляется на глубине ниже поверхности, равной длине короткого троса. Придав этой веревке желаемую длину, можно зафиксировать глубину шахты под водой.

Существуют различные методы стрельбы этими минами, и все они срабатывают волей-неволей из-за сотрясения самого корабля. В некоторых случаях внезапный наклон приводит к возникновению электрического контакта и позволяет батарее в шахте вызвать взрыв. Другой способ - снабдить шахту выступающими рожками из мягкого металла, внутри которых находятся стеклянные сосуды с химическими веществами. Корабль, ударяя по гудку, сгибает его, разбивает стекло и выделяет химические вещества, которые вызывают взрыв.

В типе мины, широко используемой британским военно-морским флотом, имеется выступающий рычаг, закрепленный на верхней части мины и выступающий из нее горизонтально. Сама мина катится вдоль борта проходящего корабля, но рычаг просто тянется или царапает по нему. Таким образом, мина поворачивается относительно рычага, и при этом срабатывает спусковой крючок, который приводит в действие мину.

При этом, следует отметить, корабль только нажимает на спусковой крючок, так сказать, и спускает курок, который выполняет работу, точно так же, как спусковой крючок пистолета спускает курок. Движущей силой, которая заставляет курок выполнять свою работу при "нажатии" на спусковой крючок, является натяжение якорного троса. У такого устройства есть преимущество, которое не бросается в глаза с первого взгляда.

Поскольку именно натяжение якорного каната фактически приводит к срабатыванию мины, из этого следует, что если такая мина отрывается от причала, она мгновенно становится безвредной.

Безопасность людей, устанавливающих мины, обеспечивается несколькими способами. Одним из них является использование гидростатического клапана. Ударно-спусковой механизм заблокирован до тех пор, пока давление воды не освободит его, а этого давления нет до тех пор, пока мина не окажется на глубине нескольких футов под водой. Другой способ - запечатать ударно-спусковой механизм растворимым уплотнителем, изготовленным из какого-либо вещества, такого как нашатырный спирт. После этого мина не может взорваться до тех пор, пока не пробудет под водой достаточно долго, чтобы уплотнение расплавилось.

Теперь остается рассказать, как обнаруживаются и обезвреживаются эти мины, хотя на самом деле рассказывать особо нечего, поскольку процесс чрезвычайно прост. Насколько общеизвестно, не было найдено ни одного метода, превосходящего примитивный план протягивания каната между двумя кораблями таким образом, чтобы зацепиться за якорные канаты. Используемые суда обычно имеют очень малую осадку, так что у них есть хорошие шансы пройти над самими минами, а используемая веревка должна быть как можно длиннее, так что мина, если ее зацепить за петлю веревки, разлетается так далеко, что не причиняет вреда.

При вытаскивании на поверхность мины взрываются на расстоянии выстрелами из небольшого пистолета или даже из винтовки. В случае тех мин, у которых есть рожки, удара пули достаточно, чтобы разбить стекло и вызвать взрыв, и во всех случаях мины, по-видимому, рано или поздно поддаются резкому удару. Таким образом, они уничтожаются своими собственными действиями на безопасном расстоянии от тральщиков. Однако случаются несчастные случаи, и разминирование - работа только для самых храбрых.

Было несколько сложно вместить описание торпед и мин в небольшой объем одной главы, и поэтому многие детали пришлось опустить, но приведенные выше описания дают широкие, общие принципы, лежащие в основе практически всех видов этого ужасного оружия.

ГЛАВА IX

ИЗВЛЕЧЕНИЕ ЗОЛОТА

В золоте всегда было что-то очень завораживающее. Даже в древние времена оно ценилось превыше всего остального, и, по-видимому, его было сравнительно много. Подсчитано, например, что царь Соломон владел им на сумму более 4 000 000 фунтов стерлингов, в то время как небольшой подарок, который преподнесла ему царица Савская, стоил 600 000 фунтов стерлингов, так что она тоже, должно быть, была в изобилии снабжена им.

Вероятно, в те дни его было легче добыть из-за богатства первичных залежей, лучшие из которых, возможно, были разработаны. В одном отношении золото отличается от всех других металлов (за единственным исключением платины, которая еще более редка) тем, что в природе оно встречается как золото, а не как руда. Маленькие кусочки золота лежат в шахте, готовые к добыче, и поэтому, если месторождение, в котором оно находится, находится близко к поверхности, а частицы имеют сколь-нибудь значительный размер, они обязательно будут найдены. Дикарь может быть и часто бывает очень озабочен приобретением оружия и орудий труда из железа, не подозревая, что сама земля, на которой он стоит, возможно, состоит из железной руды. Он жаждет одного-единственного изделия из железа и в некоторых случаях готов отдать за него много золота, или слоновой кости, или чего-то подобного, в то время как тысячи или миллионы тонн железа лежат у его ног, только он не признает этого, а если бы и знал, то не знал бы, как им воспользоваться.

Ибо железо, как и все другие металлы, за исключением двух только что упомянутых, встречается в природе в сочетании с чем-либо другим, обычно с кислородом, и это сочетание совсем не похоже на металл. Красная ржавчина, столь знакомая нам на железе, представляет собой сочетание железа и кислорода, и она довольно типична для того состояния, в котором железо находится в земле. Точно так же никто не узнал бы медную руду, свинцовую руду, оловянную руду или любую другую руду лучше, чем железную руду. Все они трудноузнаваемы. Говорят, что самый высокий комплимент, который может сделать корнуолльский горняк — лучшие горняки — металлурги в мире родом из Корнуолла или являются продуктом влияния Корнуолла, - самый высокий комплимент, который такой человек может сделать другому, это сказать, что "он знает олово", что означает, что он может отличить оловянную руду, когда увидит ее.

В отличие от этих других металлов, золото легко найти. Это правда, что при определенных условиях он образует химические соединения с другими веществами, как, например, с хлоридом золота, который присутствует в морской воде, но он не окисляется, как другие, и поэтому, когда он находится в земле, он находится в виде ярко-желтых зерен, которые (если они достаточно крупные) легко распознать с первого взгляда.

И его часто находят в слоях рыхлого гравия, аллювиальных отложениях, как их называют. В таких случаях золото нужно добывать просто для того, чтобы забрать. Иногда удачная находка встречается в виде крупного самородка, но чаще металл лежит в виде крошечных крупинок на большом расстоянии друг от друга, так что приходится перебирать тонну гравия, чтобы найти ничтожную унцию золота или около того. И все же так желательно, чтобы золото всегда имело свою цену, и иногда стоит получить унцию за тонну (даже меньше).

Но на заре мировой истории, возможно, существовали особенно щедрые залежи золота в крупных кусках, и первобытный человек быстро обнаружил бы их и обработал. Несомненно, вожди тех дней забирали много, если не все, золота, которое находил их народ, а более могущественные вожди и короли, в свою очередь, силой или в торговле отбирали его у более слабых, так что неудивительно узнать, что некоторые из могущественных королей и властителей давних времен были хорошо обеспечены золотом.

И все же есть несколько вещей более бесполезных. Его ценность в первую очередь, вероятно, была полностью обусловлена его красивым цветом и тем фактом, что он не так легко тускнеет. По этой причине, вкуче с тем фактом, что ее ни в коем случае нельзя было назвать изобильной, мужчинам нравилось украшать себя ею, не только добавляя таким образом своей "красоты", но и демонстрируя своим собратьям тот факт, что они были богатыми людьми, людьми, которые обладали тем, что было у немногих других, или, во всяком случае, обладали этим в большем количестве. Эти три основных факта о золоте - его красота, его устойчивость к порче и его сравнительная редкость - придают ему особый статус среди товаров торговли, поскольку на него, и только на него, существует постоянный и всеобщий спрос. Ни одна золотодобывающая компания никогда не закрывала свои объекты из-за падения спроса на золото. Никому никогда не приходилось торговать золотом, чтобы найти покупателя; его всегда можно продать.

И отсюда его ценность для человечества как великого средства обмена. Когда портному нужен хлеб, как заметил один великий политический экономист, он не отправляется на поиски пекаря, которому случайно понадобилось пальто. Если бы ему понадобилось, он мог бы умереть с голоду, прежде чем нашел бы его. Вместо этого он отдает свое пальто любому, кто в нем нуждается, независимо от того, чем он занимается, беря взамен золото. Затем он уверенно идет к пекарю, прекрасно зная, что тот, в свою очередь, будет совершенно готов отдать хлеб в обмен на золото. Это принцип, на основе которого золото, а в некоторых случаях и серебро, стало основой торговли. Мы используем его для тонирования фотографий и некоторых других вещей, но, с практической точки зрения, это бесполезный материал, однако определенные особые обстоятельства придали ему особую функцию в цивилизованном обществе, и поэтому правительства сейчас выпускают из него маленькие плоские диски, ставя на них свою особую печать в качестве гарантии размера и качества, и именно распространяя эти маленькие диски, мы продолжаем нашу торговлю. Или даже там, где мы не пользуемся настоящим диском, мы притворяемся, что пользуемся, и используем лист бумаги, стоимость которого, как мы говорим,

равна такому-то количеству дисков, но эта ценность полностью зависит от того факта, что кто-то гарантировал по требованию отдать за него такое-то количество дисков.

И самое странное в этом то, что, хотя полезность золота зависит от его редкости, мы не упускаем возможности искать новые источники поставок и, таким образом, уменьшать эту редкость. Как уже было сказано, золото присутствует в морской воде, хотя никто не знает, как его извлечь, разве что ценой, которая делает его бесполезным. Но предположим, что какой-нибудь гений нашел способ, и золота, таким образом, стало вдвое больше, чем сейчас, мир от этого не стал бы лучше. Все стоило бы вдвое дороже, чем сейчас; вот и все. Фунт - это просто столько-то золота. Если золота будет в два раза больше, люди захотят вдвое больше в обмен на то, что они должны продать. И все же человек, который смог бы решить проблему добычи золота из морской воды или вообще откуда-либо еще, был бы провозглашен благодетелем и, по крайней мере, на какое-то время собрал бы щедрый урожай.

Несмотря на это, наука многое сделала для производства золота. Не в том, как в случае с другими металлами, чтобы найти способы извлечения его из руд, поскольку, строго говоря, у него их нет, а в том, чтобы найти способы улавливания мельчайших частиц металла из "пустой породы", как ее называют, горной породы или земли, в которой они заключены. Беда в том, что они такие маленькие, почти бесконечно маленькие.

Есть два больших типа мест, где находят золото. В аллювиальных отложениях, руслах старых рек, золото довольно рыхлое. Конвульсии давних времен во многих случаях подняли эти пласты, и теперь они находятся на склонах гор. В таких случаях рыхлый, щебнистый материал, из которого они состоят, смывается мощной струей воды из огромного шланга, заканчивающегося соплом, называемым "монитором". Этот процесс, называемый "гидравлическим спуском", сбрасывает все в пруд, образовавшийся у подножия холма, и в некоторых случаях по пруду спускают лодку или плот с оборудованием на борту для выемки грунта. Часто мощный центробежный насос засасывает воду по трубе, идущей ко дну пруда, принося с собой гравий и золото. Прибыв таким образом на плот, все это поступает на разделительные столы, с помощью которых золото, будучи более тяжелым, отделяется от гравия, который легче. К этим таблицам мы еще вернемся позже.

В неаллювиальных выработках золото заделывается в какую-либо породу, например, в так называемый кварц. Это твердый материал, в чем-то напоминающий гранит, и прежде чем высвободить золото, его необходимо измельчить до состояния мелкого песка, чтобы можно было уловить мельчайшие крупинки золота. Кварц обнаружен в жилах или залежах, трещинах, очевидно, в первоначальной земной коре, образовавшихся, вероятно, по мере охлаждения земли. Они постепенно заполнялись горячими вулканическими потоками воды, которые несли с собой не только золото в растворе, но и материалы, из которых образуется кварц. Раньше считалось, что жилы образовались в результате выброса горячих жидкостей снизу в результате вулканической деятельности, при этом порода и металл сами находились в жидком состоянии из-за сильного нагрева. В настоящее время более широко распространено мнение, что вода была средством, с помощью которого материалы доставлялись внутрь и образовывалась жила. В настоящее время считается, что золото в аллювиальных отложениях также попало туда в виде водного раствора, а не в результате эрозии и размыва горных пород выше по течению первоначальной реки.

Как бы то ни было, и это является предметом обсуждения среди геологов и металлургов, сегодня золото находится там, прочно закрепленное в твердой породе, и проблема, с которой сталкивается металлург, состоит в том, чтобы извлечь его с наименьшими затратами. Старый исторический способ дробления кварцевой породы заключается в использовании так называемых "штампов", пестиков и ступок в огромных масштабах. Есть несколько вертикальных деревянных балок, каждая окована железом, закрепленных в деревянной раме так, что они могут свободно скользить вверх и вниз. За этими штампами проходит горизонтальный вал с выступами на нем, называемыми кулачками. Для каждого штампа имеется по одному кулачку, и когда вал медленно поворачивается, этот выступ зацепляется за выступ на штампе и, подняв его на небольшое расстояние, внезапно опускает. Таким образом, во время работы машины штампы поднимаются и опускаются в быстрой последовательности. Камень подается в ящик, в который опускаются ножки штампов, и таким образом измельчается до тех пор, пока не станет совсем мелким. Тем временем поток воды протекает через коробку и уносит мелко измельченные частицы через своего рода сито, которое образует переднюю часть коробки и которое позволяет мелким кусочкам выходить наружу, в то же время задерживая более крупные и удерживая их до тех пор, пока они тоже не будут измельчены.

Средний штамп весит от 600 до 700 фунтов, и повторных ударов такого молотка достаточно, чтобы измельчить самую твердую породу.

Машины, подобные этим, использовались, во всяком случае, с шестнадцатого века, и усовершенствования современности касаются только деталей. Тогда вполне может возникнуть вопрос, почему такое старое устройство все еще используется и как получилось, что оно не было вытеснено чем-то более новым и лучшим. Ответ, который является поучительным и который стоит иметь в виду многим неопытным изобретателям, заключается в том, что это очень просто. Его можно отгружать сравнительно небольшими частями и, таким образом, дешево доставлять в любое диковинное место. Большая часть его может быть изготовлена грубо из дерева, так что при наличии местной древесины ее можно частично добывать на руднике, что экономит затраты на транспортировку. Наконец, с ним так легко работать и понимать, что с ним справится самый неопытный работник, и так мало что может пойти не так, что самый неосторожный работник не сможет его повредить.

На дно коробочек положено немного ртути, к которой золото имеет любопытное сродство. Если частица золота однажды соприкоснется с поверхностью ртути, ей будет нелегко снова уйти. Таким образом, ртуть улавливает и удерживает многие частицы золота, которые высвобождаются при разрушении породы.

Затем, когда дробленая порода достигает требуемой крупности, она выходит из штамповой машины и уносится с потоком воды, и хотя ртуть улавливает много золота, это далеко не все. Таким образом, поток направляется на столы, изготовленные из медных листов, покрытых ртутью, так что ртути предоставляются дополнительные возможности улавливать крупинки золота. Более того, стол, который, кстати, установлен с небольшим наклоном, через определенные промежутки времени испещрен небольшими ртутными желобками, называемыми рифлями, которые способствуют осаждению и улавливанию металлических частиц.

Но даже тогда улавливается не все золото. Измельченная порода теперь похожа на песок, и некоторые крупинки все еще содержат золото, которое не было отделено при дроблении.

Золото, однако, делает такие зерна немного тяжелее других, и из-за этого их можно разделить. Старый способ заключается в использовании стола-одеяла, то есть стола, покрытого грубой фланелью или сукном, волоски которого улавливают эти более тяжелые частицы, когда поток воды уносит их с собой, а более легкие частицы улетучиваются. Выловленные таким образом зерна образуют то, что известно как "концентраты", поскольку в них сконцентрировано золото.

Затем концентраты обрабатываются так, как мы увидим позже.

Теперь мы можем видеть, как современные научные методы дополнили старые способы. Возьмем сначала случай со штамповочным станком или батареей штампов. Несмотря на это главное достоинство - простоту, которая сохраняла его работу практически неизменной на протяжении веков, у него есть свои недостатки, и, без сомнения, для некоторых целей дробильные установки лучше. Их существует великое множество, некоторые из которых зависят по своему действию от центробежной силы, или, как это более правильно называется, "центробежной тенденции". В этих дробильных мельницах имеется кольцо, обычно из стали, внутри которого подвешен один или несколько тяжелых железных роликов. Валы, на которых установлены эти валки, прикреплены своими верхними концами к приводному механизму в верхней части мельницы, и когда он приводится в движение, валки перемещаются по кругу внутри кольца. Из-за центробежной тенденции они раскачиваются наружу, сильно прижимаясь к внутренней поверхности кольца. Камень подается таким образом, что ролики, вращаясь по внутренней стороне кольца, многократно проходят по нему и дробят его.

В мельницах другого типа, называемых шаровыми, принцип другой. Там у вас есть стальной цилиндр, который вращается вокруг горизонтальной оси. Этот цилиндр частично заполнен стальными шариками различных размеров, и по мере вращения мельницы порода, смешиваемая с этими шариками, измельчается. Когда мельница вращается снова и снова, шарики падают на куски камня, образуя таким образом мелкий порошок. Другие мельницы, опять же, представляют собой всего лишь усовершенствованные версии обычных строительных мельниц, которые так часто можно увидеть во время строительных работ, когда тяжелые железные валки перемещаются по измельчаемому материалу, лежащему в круглом поддоне.

На современной шахте столовое одеяло также уступает место "ваннеру", которого существует несколько разновидностей. По сути, они во многом одинаковы, и описание двух из них даст представление обо всех. Возьмем "Рекорд" Ваннера.

Представьте себе большой деревянный стол, верхняя поверхность которого покрыта линолеумом. Он закреплен на направляющих, так что может перемещаться взад и вперед по всему периметру. Ему придан небольшой наклон в направлении, перпендикулярном его длине, то есть один край немного ниже другого. Материал подается с одного конца, у верхнего края, и, естественно, имеет тенденцию стекать вниз по нижнему краю. Это несколько сдерживается наличием рядов рифлений или бортиков, идущих вдоль стола. Тем не менее, за короткое время он убирается со стола в нижнем конце. Но все время, пока он работает, стол перемещается взад и вперед на слайдах. С помощью простого, но любопытного механизма он устроен так, что движется быстро в одном направлении и медленно в другом, в результате чего более тяжелые частицы песка — те, которые содержат золото, — переносятся на дальний конец стола. Таким образом, как уже было сказано, весь песок подается на верхний край и уносится водой вниз, пока не осыплется у нижнего края, но во время перемещения от края к краю особое движение

стола приводит к тому, что различные виды песка отделяются друг от друга, так что концентраты осыпаются у одного конца, а остальные - у другого.

Еще одним интересным примером изобретательности является хорошо известный "Фру" Ваннер. В этом случае стол представляет собой широкую бесконечную ленту из индийской резины, натянутую на два ролика, один из которых немного выше другого. Поток воды и измельченной руды течет с верхнего конца и стекает к нижнему, при этом более легкие частицы уносятся вниз и выпадают на *нижнем* конце, в то время как более тяжелые остаются на ленте. Тем временем вращение роликов медленно продвигает ленту вперед, так что более тяжелые частицы постепенно поднимаются и переносятся на *верхний* конец. Чтобы облегчить разделение, во время работы весь агрегат покачивается из стороны в сторону.

Мы видели до сих пор, как руда измельчается, и более крупные крупинки золота извлекаются из нее с помощью ртути. Смесь ртути и золота называется амальгамой, а процесс извлечения золота ртутью называется амальгамацией. Золото фактически растворяется в ртути, и поэтому, когда амальгаму (как это периодически делается) собирают с завода, ее необходимо отфильтровать, а затем выпарить в реторте. Пары ртути улавливаются и конденсируются обратно в жидкость, в то время как золото остается в реторте. На самом деле амальгаму перегоняют, чтобы отделить золото от ртути.

Но когда все это сделано, у нас все еще остаются концентраты от производителей, или что там еще можно использовать. Ртуть с ними бесполезна, поскольку золото, вероятно, покрыто слоем других веществ, какими бы они ни были, с которыми оно было связано, или же к золоту примешаны какие-то вещества, которые делают слияние невозможным или, по крайней мере, затруднительным.

Часто обжиг необходим перед тем, как можно будет сделать что-либо еще. Например, если присутствуют мышьяк или сера, они препятствуют извлечению золота, и обжиг приведет к их рассеиванию. Таким образом, концентраты пропускают через большие печи, в которых они нагреваются в контакте с воздухом до тех пор, пока эти нежелательные вещества не окислятся или не сгорят.

Затем, наконец, мы подходим к какому-то процессу, посредством которого оставшееся золото растворяется без примесей в какой-либо жидкости-растворителе, из которой оно впоследствии может быть осаждено. Это довольно интересно, потому что это означает, что человек применил для извлечения этого золота из руды тот самый метод, который, как считается, использовала природа, чтобы поместить его туда. Как уже говорилось, последняя идея заключается в том, что золото было занесено в залежи и отложено в них, где его сейчас можно найти, водой - что золото действительно было растворено в воде в то время. Но, конечно, золото в его металлическом состоянии не растворяется в воде. Однако соли золота (значение термина "соль" применительно к металлу было объяснено ранее) растворяются в воде, как знает по опыту каждый фотограф, создающий свой собственный тонирующий раствор. Золото не растворится в воде, но хлорид золота растворится. И поэтому золото, должно быть, было доставлено на место своего хранения в виде соли и преобразовано в металлическую форму после прибытия. Точно так же, чтобы извлечь эти мельчайшие частицы из всех, их необходимо превратить обратно в соль; затем эту соль необходимо растворить и отделить от остального материала; и, наконец, золото должно быть каким-то образом снова выброшено из раствора. Прекрасным примером этой операции является знакомый процесс "введения цианида".

Однако слово "знакомый" подходит к этому вопросу только в одном смысле. Держатели акций горнодобывающих компаний, например, могут неоднократно слышать об этом на собраниях акционеров и в проспектах ценных бумаг, но очень немногие имеют какое-либо четкое представление о том, что это такое. Поэтому меня нельзя обвинить в том, что я рассказываю часто пересказываемую историю, если я посвящу ее рассмотрению небольшое место.

Комбинация одного атома углерода и одного атома азота называется цианом.

Если циану дать шанс, он заберет себе атом водорода, производя смертоносную синильную кислоту. В качестве альтернативы, если с ним соединить калий, получается цианистый калий, который с помощью воды и кислорода может растворять золото.

Применяя этот научный факт для извлечения золота из концентратов, последние помещают в чаны со слабым раствором цианида в воде. Время, в течение которого им дают оставаться, зависит от размера частиц золота. Если они сравнительно большие, само собой разумеется, что это должно быть дольше, чем если бы они были маленькими, поскольку для их растворения потребуется больше времени. По истечении надлежащего времени, которое определяется экспериментально, жидкость сливают, и в некоторых случаях концентратам вводят вторую дозу, чтобы гарантировать, что золото будет тщательно удалено и ни одно не останется нерастворенным. Если обрабатываемый материал очень мелкий, как это часто бывает, образуя то, что горняки называют "шламом", то в чанах необходимо использовать механические мешалки для поддержания движения материала, поскольку в противном случае цианид не добрался бы до всех частиц и на некоторые из них не было бы оказано воздействия.

Жидкость, простоявшую соответствующее время в чане, сливают, переливают в деревянные емкости или ящики и добавляют в нее мелкую крошку цинка. Диски из листового цинка заводятся в токарный станок и с них снимается мелкая стружка, и именно эта мелкая стружка и используется. Цинк, как мы знаем из того факта, что он является неотъемлемой частью электрических батарей, обладает очень выраженными электрическими свойствами, и считается, что здесь они играют важную роль. В любом случае золото осаждается на цинке, в то время как сам цинк в определенной степени разъедается раствором. В результате (а) раствор получается слабее, чем был раньше, (б) остаются остатки стружки и (с) на дне коробки, в которой происходит этот процесс, *образуется темная грязь*. Из этой черной глины при нагревании получается яркое металлическое золото, и цель всей операции достигнута. Затем раствор переливают в другую емкость, снова доводят до нужной крепости и он готов к повторному использованию, в то время как остатки стружки используются для следующей партии материала, подлежащего обработке.

В некоторых случаях измельченная руда прямо из дробильной установки подвергается цианированию, в других - это просто остатки, оставшиеся от предыдущего процесса амальгамирования, которые обрабатываются таким образом. Все зависит от характера рассматриваемого материала.

Существуют и другие химические методы, помимо цианирования, но это главный. Было обнаружено, что он особенно полезен при добыче руд в Йоханнесбурге, и именно ему южноафриканские золотые прииски во многом обязаны своим успехом.

Существует более современная его форма, хотя весь процесс совершенно новый, поскольку был внедрен только в девяностых годах прошлого века. Повторять это почти утомительно. Для

осаждения золота из раствора используется не цинковая стружка, а электролитический процесс. При проведении процесса в коробке, дно которой покрыто ртутью, образующей катод, используется свинцовый анод. Таким образом, осажденное золото амальгамируют, через определенные промежутки времени удаляют амальгаму, подвергают ретортации и извлекают золото.

Идея извлечения золота из морских вод, безусловно, наиболее привлекательна. У некоторых, это правда, это предложение может вызвать мысли, противоположные приятным, поскольку было предпринято несколько частично успешных попыток ввести общественность в заблуждение благовидными обещаниями огромных дивидендов, которые будут получены в виде чистого золота из неисчерпаемого моря. Тем не менее, в этом что-то есть, и когда-нибудь мечты могут осуществиться.

Количество золота, растворенного в морской воде, настолько мало, что в 200 кубических сантиметрах его невозможно обнаружить даже с помощью самых тонких известных тестов. Это количество должно быть умножено втрое, прежде чем его можно будет хотя бы обнаружить, не говоря уже о возможности извлечения.

Несколько лет назад один автор в журнале *Cassier's* рассказал, как он на самом деле добывал золото в водах пролива Лонг-Айленд. Но в то время как он заработал два доллара, ему это обошлось более чем в 4000 долларов. Ни одна компания никогда не выиграет от таких результатов. Однако из грязи ручья близ Нью-Йорка ему удалось извлечь немного больше, потому что там золото стоимостью в десять долларов стоило всего 379 долларов. Промоутер компании по-прежнему будет косо смотреть даже на это сравнительно успешное начинание.

Как обычно, авторитетные источники расходятся во мнениях, но существует единое мнение, что в каждой тонне морской воды содержится от половины до одной крупинки золота, помимо серебра и йода.

Кажется, что вода способна растворить это количество и не более. Если, как было высказано ранее в этой главе, все золото, которое сейчас находят в рудниках и в пластах гравия, было перенесено туда водой, то, вероятно, море получает свое золото из тех же первоначальных источников, и что точно так же, как горячий океан много веков назад нес свою ношу золота в растворе, так и более холодная вода наших дней имеет свою долю, холодная вода, естественно, несет меньше, чем горячая.

Таким образом, вполне вероятно, что, если бы мы узнали, как лишить море его драгоценного металла, оно могло бы пополнить свои запасы из какого-нибудь собственного тайного запаса. Но даже если бы это было невозможно, для нас это не имело бы большого значения, поскольку того, что в нем содержится, гораздо больше, чем мы когда-либо могли бы использовать. Пересчитайте это на полгранины за тонну: в каждой кубической миле океана содержится 4205 миллионов тонн, а в океане - 300 миллионов кубических миль воды. Если бы все золото, с которым когда-либо имел дело человек, растворилось в море, ни один химик не смог бы обнаружить этот факт. С другой стороны, если бы те полгранулы на тонну, которые, как мы полагаем, сейчас находятся в океане, были извлечены, у нас было бы около 40 000 миллионов тонн золота, и этой перспективы достаточно, чтобы заставить политэкономиста побледнеть от страха.

Требуется какое-нибудь вещество, которое при добавлении в морскую воду соединится с золотом, а затем выпадет в осадок, то есть упадет на дно. Осадок — тот, который выпадает на дно, — должен быть тяжелым, чтобы он выпадал быстро и не требовал длительного отстаивания воды. К тому же он должен быть дешевым или легко восстанавливаемым, чтобы его можно было использовать снова и снова. И, наконец, он должен быть таким, чтобы золото, захваченное им, можно было легко получить из него.

При таком осадке процесс извлечения золота был бы простым и дешевым. Резервуары были бы созданы в защищенных отсеках и впускных отверстиях. При каждом приливе они заполнялись, а когда заполнялись, добавлялся осадок. С наступлением прилива вода снова вытекала и оставляла осадок на дне резервуаров, откуда его можно было удалить с помощью соскабливания. Простая обработка высвободила бы золото из его партнера, которое затем было бы возвращено в резервуары, чтобы снова выступить в качестве осадителя. Таким образом, простыми средствами, при содействии самого прилива, золото можно было добыть из моря.

И в этом предположении нет ничего невозможного по своей сути. Необходимый ускоритель может существовать, ожидая открытия. По оценкам, крупный завод, работающий таким образом, производил бы около тринадцати тонн золота в год. Похоже, что это открытие станет плохим днем для Rand.

И есть еще одна возможность, хотя и менее заманчивая, чем только что описанная. Американский писатель, упомянутый некоторое время назад, получил лучшую отдачу от грязи ручья, чем от самой воды. По всей вероятности, это происходит из-за действия органических веществ, уносимых ручьями вниз или каким-либо другим способом занесенных в воды ручья, из которого была получена грязь. Это органическое вещество, возможно, оказывало бы действие в качестве осадителя на растворенное золото, вызывая его выброс из раствора и осаждение в грязи. Таким образом, грязь вокруг наших берегов, и особенно в ручьях и эстуариях, может быть потенциальными золотыми рудниками, откуда со временем мы сможем черпать запасы драгоценного металла. Цианид или какой-либо подобный процесс может потребоваться для того, чтобы мы могли извлечь металл из вмещающего его ила, но, возможно, не так уж далеко то время, когда поиск золота станет обычным занятием, например, в устьях Темзы и Гудзона.

ГЛАВА X

СИЛЬНАЯ ЖАРА

Многие из современных полезных и интересных производственных процессов основаны на интенсивном нагревании, которому наука научила производителей. Задачи, о которых мечтали наши предки, но не смогли выполнить, сегодня просты благодаря легкости, с которой может вырабатываться большое количество тепла. "Горящая огненная печь", "семикратно раскаленная", ничто по сравнению с некоторыми температурами, которые сейчас достигаются при обычном ходе вещей.

Самый сильный нагрев из всех - это нагрев электрической дуги. Два проводника, обычно стержни из углерода, помещают так, чтобы их концы соприкасались, и включают ток так, чтобы он проходил от одного к другому. Затем их постепенно разводят в стороны. По мере увеличения зазора ток испытывает все большие трудности при прохождении через этот непроводящий зазор, и для поддержания его в рабочем состоянии приходится затрачивать большую электрическую энергию. Теперь этот замечательный закон сохранения энергии гласит, что никакая энергия никогда не может быть потеряна. Ее можно только преобразовать из одной формы в другую. Таким образом, энергия, затрачиваемая на горение дуги, не теряется, а преобразуется в тепло. Именно это тепло, действуя на мелкие частицы углерода, оторванные от концов стержней, дает нам свет от дуги.

Фактически, почти все искусственное освещение (и естественное тоже, если уж на то пошло^[1]) происходит из-за высокой температуры. Тепло приводит молекулы в сильное возбуждение, которое, действуя на частицы в атомах, приводит и их в сильное движение, так что свет часто является спутником тепла. Некоторые вещества излучают свет с большей готовностью, чем другие, под воздействием тепла, и мы можем обоснованно полагать, что это те вещества, корпускулярное устройство которых таково, что их можно легко ускорить молекулярным действием.

Возьмем известный пример: угольный газ - это в основном "метан", одна из многих комбинаций углерода и водорода, и при его сжигании на воздухе водород и кислород соединяются, выделяя тепло, которое заставляет выделяющийся при этом углерод светиться. Когда каждая молекула метана распадается, атомы углерода выбрасываются наружу, образуя твердые частицы углерода, и именно они действительно дают свет. Таким образом, именно горючий газ, нагревающий твердые частицы углерода, образует светящуюся часть газового пламени. Несветящаяся часть пламени рядом с горелкой (я сейчас говорю о старомодной горелке) - это сгорающий газ до того, как частицы углерода успеют нагреться.

И старое газовое пламя, как мы знаем, сейчас быстро вытесняется раскаленной мантией, причина просто в том, что фон Вельсбах обнаружил, что некоторые редкие минералы при нагревании излучают более яркий свет, чем частицы углерода. Другими словами, легче ускорить движение частиц церия, тория и других компонентов мантии, чем частиц углерода. Следовательно, они быстрее достигают той степени возбуждения, которая будет посылать электромагнитные волны высокой частоты, необходимые для создания ощущения света.

По этой причине мантия, нагреваемая газом, излучает такой же яркий свет, как и частицы углерода в электрической дуге, хотя последние подвергаются гораздо более интенсивному нагреву.

Но дугу можно использовать и часто используют как источник тепла, совершенно независимо от света, который она дает. Например, в Швеции, где уголь встречается редко, но энергия воды в изобилии, энергия водопадов используется для выплавки железа. Поэтому водопады этой страны иногда называют "белым углем". Излишне говорить, что именно вездесущее электричество преобразует силу падения воды в тепло.

Печи по форме очень похожи на те, в которых выплавляют чугун с использованием угля, а именно, представляют собой высокие конструкции, похожие на дымоходы, в нижней части которых находится огонь. В "дуговых печах" имеется ряд электродов, проходящих сбоку, ближе к

днищу, и между ними образуется ряд дуг. Кокс и железняк сбрасываются сверху в эту область интенсивного нагрева, и там железо освобождается от кислорода, с которым оно соединяется в руде. Высвобожденный, он вытекает через носик с одной стороны печи.

Но у читателя возникнет вопрос: зачем нужен кокс в электропечи? Это связано с металлургическими соображениями. Тепло электрической дуги ослабляет связи между железом и кислородом, но для удаления атомов кислорода необходимо присутствие некоторого количества углерода. Следовательно, кокс, как наиболее удобная форма углерода, должен присутствовать. Однако он находится там в гораздо меньшем количестве, чем в обычной печи. Он существует не как топливо, а просто как "противодействующее притяжение", отвлекающее атомы кислорода от их старой любви.

Дуга также используется для сварки кусков железа друг с другом, для чего она в высшей степени подходит, поскольку требуется сильный нагрев в определенной точке. Но, возможно, читатель к этому времени задастся вопросом, какова теплота электрической дуги. Ее неоднократно называли "интенсивной", но может потребоваться что-то более определенное. Теоретически она неограниченна. Приложите большее давление — то есть больше вольт, — тем самым пропуская больший ток, и температура повысится. Вопрос только в том, чтобы сделать динамо-машины достаточно большими и приводить их в движение достаточно быстро, и тогда возможна любая температура. Но существуют практические трудности, которые ограничивают степень нагрева. Одна из них - температура плавления самой печи. Огнеупорная глина плавится примерно при температуре 1700-1800 ° C. Таким образом, в печи, которая должна быть облицована огнеупорной глиной, это примерно предел.

При сварке двух кусков железа вместе железо, конечно же, определяет, каким должен быть предел прочности. Его нужно нагреть до "температуры сварки" и не более — то есть чуть меньше, чем до расплавления, — чтобы соединяемые детали стали мягкими и при небольшом ударе молотком основательно соединились друг с другом. Если бы было применено слишком много тепла, детали расплавились бы. Но теплом дуги можно управлять, просто изменяя ток, и таким образом, нужный нагрев может быть подан в нужное место, чего требуется немного больше.

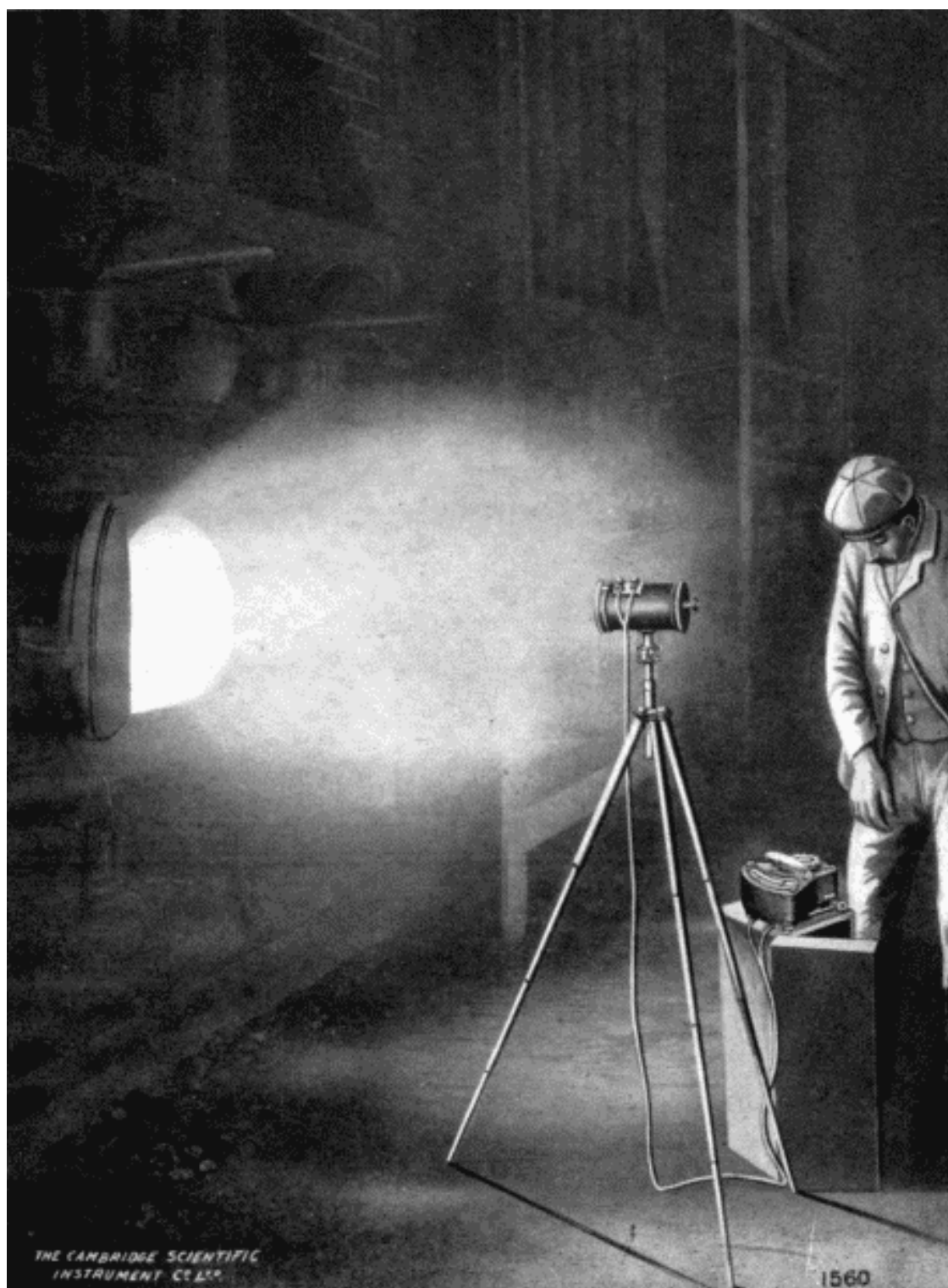
Один из очень простых способов сделать это заключается в том, чтобы рабочий держал в руке один из "электродов" — стержень из углеродистой стали с соответствующей изоляцией. Ток подводится к нему по гибкому проводу. Сам утюг изготавливается как второй электрод путем зажатия в тисках, которые сами по себе изолированы, но подключены к источнику тока. Таким образом, поднося острие своего стержня вплотную к детали, подлежащей нагреванию, человек создает там дугу. Перемещая стержень, он может перемещать дугу, нагревая одну часть больше, чем другую, распределяя свое тепло, если он хочет, на большую площадь или сохраняя его на маленькой, как ему заблагорассудится. При достижении нужного нагрева стержень извлекается, дуга гаснет, и по железу можно лупить так же, как если бы оно было нагрето на огне.

Еще один способ до сих пор известен как сварка сопротивлением. При нем используется огромный ток при чрезвычайно низком напряжении. Фундаментальный принцип тот же, поскольку тепло образуется при пропускании тока через точку, через которую он проходит неохотно. Эта точка плохой проводимости - концы двух соединяемых стержней. Они устанавливаются в непосредственной близости друг от друга, но поскольку такой

несовершенный контакт всегда оказывает значительное сопротивление протеканию тока, проходящий ток нужно сделать достаточно большим только для выделения большого количества тепла.

На это чрезвычайно приятно смотреть. Предположим, что предмет, с которым предстоит работать, - это шина колеса. Железный прут уже согнут роликами в правильную форму, и его два конца соприкасаются. Поднесенный к станку, он зажимается с каждой стороны от места соединения в кулачки изолированных тисков и включается ток. Через несколько секунд место, где два конца только соприкасаются, начинает светиться. Яркость быстро увеличивается, пока примерно через полминуты не достигнет температуры сварки. Затем одни тиски, которые являются подвижными, немного сдвигаются винтом, так что концы плотно прижимаются друг к другу, а небольшие осторожные удары молотком тем временем помогают завершить работу. Затем ток отключается, и вся шина извлекается из машины. Используемый ток имеет силу, сравнимую с силой, приводящей в действие бытовые электрические звонки, но по объему он составляет тысячи ампер. Используется переменный ток, и он получается от трансформатора или индукционной катушки. В таком случае первичная часть катушки сделана из множества витков тонкой проволоки, так что через нее проходит небольшой ток, в то время как вторичная часть представляет собой всего лишь один или два витка толстого прутка. Таким образом, напряжение, генерируемое во вторичной обмотке, очень мало, но поскольку вторичная обмотка имеет почти незначительное сопротивление, ток, вызываемый этим небольшим напряжением, огромен. Такое устройство в промышленных сферах обычно называется трансформатором, причем термин "индукционная катушка" больше используется для обозначения устройств аналогичного характера, предназначенных для лаборатории. Более того, только что описанный трансформатор является "понижающим", поскольку он понижает напряжение, в отличие от "повышающих" трансформаторов, которые повышают напряжение.

И принцип "сопротивления" также применяется другим способом к большим печам, таким как печи для рафинирования чугуна. В них для выработки тепла используется сопротивление самого чугуна. Конечно, следует хорошо понимать, что тепло всегда выделяется во всем, через что протекает ток. Идеального проводника не существует, и поэтому каждый проводник в большей или меньшей степени нагревается при прохождении через него тока. Для возбуждения тока необходимо затратить некоторое количество энергии, даже по большим медным проводам, и эта энергия должна быть преобразована в тепло в проводах. Если такой же объем тока пропустить по железным проводам того же размера, то нагрев будет больше, поскольку железо является всего лишь плохим проводником по сравнению с медью, причем соотношение примерно равно одному к шести. И если железо горячее, сопротивление будет еще больше, поскольку само собой разумеется, что при нагревании молекулы, находящиеся дальше друг от друга, будут менее способны обмениваться частицами. У нас есть все основания полагать, как уже было высказано, что электрический ток - это всего лишь поток частиц, и поэтому мы не удивляемся, когда слышим, что, как правило, чем горячее предмет, тем меньше он проводит электричества.



С разрешения

Cambridge Scientific Inst. Co., Ltd., Кембридж, Англия.

Измерение тепла на расстоянии

Этот замечательный прибор, пирометр Fery Radiation, хотя сам находится на некотором расстоянии от печи, определяет температуру ее самой горячей части.

Итак, представьте круглое корыто из огнеупорной глины или другого жаропрочного материала, заполненное фрагментами железа или, возможно, железом с температурой чуть выше точки

плавления, полученным из другой печи, где оно подвергалось предыдущей обработке. Внутри или снаружи этого желоба вращается огромная катушка провода, по которой чередуются электрические токи. Это "первичная обмотка" трансформатора, а "вторичная" — само железо в желобе. Если это будет, как это часто бывает, в виде лома или осколков, тепло начнет проявляться там, где осколки соприкасаются друг с другом. Токи, генерируемые в желобе внешней катушкой, конечно, будут передаваться от детали к детали, и в точках соприкосновения, поскольку они оказывают наибольшее сопротивление, будут проявляться признаки нагрева. Это будет увеличиваться до тех пор, пока кусочки не начнут плавиться. По мере того, как отдельные фрагменты сливаются с расплавленной массой, сопротивление в некотором смысле уменьшается, поскольку несовершенный контакт между фрагментами уступает место идеальному контакту по всей массе жидкого металла. Но по другой причине, а именно из-за увеличения температуры, сопротивление будет увеличиваться. И все это время колебания в первичной обмотке будут как бы накачивать токи по кругу из расплавленного железа. Независимо от того, увеличивается сопротивление или уменьшается, ток будет действовать противоположно, так что, что бы ни произошло, будет выделяться тепло. Поскольку при уменьшении сопротивления ток увеличивается, и наоборот. И малейшее изменение силы тока в первичной обмотке окажет свое влияние на вторичную обмотку и, следовательно, на выделяемое тепло. Таким образом, простым регулированием первичного тока можно точно регулировать температуру металла. И такие печи обладают огромным преимуществом, заключающимся в том, что нет возможности попадания вредных веществ в топливо и порчи металла, что может очень легко произойти при производстве высококачественных сталей, сплавов железа, в которых точное количество, чистота и пропорции ингредиентов имеют первостепенное значение.

Следовательно, эти "индукционные печи", как их называют, часто используются совершенно независимо от любого вопроса использования энергии воды. И, вероятно, со временем они будут использоваться еще чаще.

Во-первых, они могут стать ценным дополнением к более старой форме чугунолитейных печей, от которых они будут получать свою энергию бесплатно. В таких районах, как Мидлсбро, они могли бы вырабатывать больше электроэнергии, чем им нужно. Обычные чугунные печи изрыгают пламя, которое представляет собой действительно полезный газ (монооксид углерода), сжигающийся с отходами. Многие печи покрыты сверху, и этот газ отводится для обогрева котлов паровых двигателей или для привода больших газовых двигателей, но на крупных заводах этого отработанного газа больше, чем они знают, что с ним делать. Теперь это может быть и, вероятно, вскоре будет превращено в электричество с помощью газовых двигателей и тока, используемого для выплавки стали в индукционных печах.

Вероятно, многие удивятся, узнав, что эти огромные токи, которые могут нагревать огромные массы металла до тех пор, пока они не расплавятся, не представляют никакой опасности для людей, которые с ними работают. Человек может опустить железный прут в металлический желоб и почти не почувствовать удара. То же самое можно сказать и о сварочном аппарате, к любой детали которого можно прикоснуться без опаски. Причина, конечно, в том, что, вообще говоря, вред наносит именно сила тока, а сопротивление человеческого тела настолько велико, что при малых используемых напряжениях объем, который может проходить, ничтожно мал. Следует, однако, упомянуть, что сила тока в молнии также невелика, но мы знаем, что она способна нанести ужасные повреждения. Молния, однако, относится к отдельному классу.

Наше земное напряжение сдерживается воздушным зазором в несколько дюймов, но молния проникает через зазор шириной в несколько миль. Следовательно, его напряжение должно,, составлять миллионы, и обычные правила, касающиеся земных токов, здесь неприменимы.

Но в настоящее время в распоряжении наших производителей есть и другие источники тепла, помимо электричества. В первую очередь, это пламя какого-либо газа, горящего на чистом кислороде. Кислородно-водородная струя уже много лет известна как лучшее средство получения света для волшебного фонаря. Такая струя, попадая на известковый карандаш, заставляет его светиться ослепительно белым светом.

Но кислородно-водородная струя в настоящее время используется на многих заводах для сварки металлов. Это известно как сварка плавлением, поскольку две части фактически превращаются в жидкость. Обычный способ выполнения этой работы - скосить концы или кромки, подлежащие соединению. Предположим, например, что мы хотим сварить два куска латунной трубы вместе. Сначала мы должны подпилить или иным образом обрезать соединяемые края до тех пор, пока при соединении они не образуют канавку практически такой же глубины, как толщина металла. Затем, держа в левой руке кусок латунной проволоки, а в правой - кислородно-паяльную трубку, мы должны направлять пламя из трубки на металл до тех пор, пока в какой-то момент стенки желобка не начнут плавиться. Затем, вставив кончик проволоки в канавку, мы должны немного расплавить ее. Таким образом, мы должны работать по всему шву, расплавляя края канавки и заполняя ее расплавленным металлом из проволоки, пока вся канавка не будет заполнена и добавленный металл не смешается с металлом с обеих сторон.

На самом деле, если бы мы работали с латунью, нам, вероятно, следовало бы использовать более дешевую, хотя и менее чистую форму водорода-угольный газ - так что это действительно был бы "угольный газ", который мы должны использовать, а не водород-кислород. Однако последний используется, в частности, для сварки свинца плавлением, или, как его еще называют, "обжига свинца".

Паяльная трубка представляет собой латунную трубку длиной около фута или восемнадцати дюймов с двумя проходами в ней, один для кислорода, а другой для другого газа. Газы подводятся к одному его концу по резиновым трубкам, в то время как на другом конце имеется сопло, в котором газы смешиваются и из которого они выходят тонкой струей.

Температура водородно-кислородного пламени составляет около 2000 ° C, этого достаточно, чтобы расплавить огнеупорную глину. Однако в случае сварки это не имеет значения, поскольку в любой данный момент количество расплавленного металла очень невелико, и ему дают остыть, прежде чем он сможет убежать. Тем не менее, в печи было бы неудобно иметь дело с такой температурой. Кажется странным, что он не обжигает сопло паяльной трубки, но тот факт, что это не так, как полагают, объясняется тем фактом, что расширение газа, как только он выходит из отверстия, из которого он выстреливает, создает сравнительно прохладное пространство именно там, защищая его от сильного нагрева дальше.

Чрезвычайно интересное применение водородно-кислородного пламени - в производстве искусственных рубинов. Эти камни изготавливаются в Париже очень простым способом. Необходимые химикаты подготавливаются и измельчаются в чрезвычайно мелкий порошок. Затем его пропускают через кислородно-водородное пламя. Таким образом, нет необходимости

в тигле, способном выдерживать такую высокую температуру, поскольку плавление происходит в процессе падения частиц. Когда они достигают подставки, подготовленной для их захвата, они уже несколько остыли. Камни, называемые так, являются настоящими рубинами — искусственными, а не подделкой. Они обладают всеми свойствами рубина из шахты.

Еще одним продуктом работы кислородно-водородного пламени являются кварцевые волокна, которые используются для подвешивания игл в самых тонких гальванометрах. Кварц расплавляется, в данном случае в тигле. Затем стрелу опускают в жидкий кварц и немедленно "запускают" в воздух. Густая паточатая жидкость, таким образом, вытягивается в нить такой тонкости, что для ее обнаружения требуется микроскоп.

Пламя оксиацетилена даже горячее, чем водород, которое в своей самой горячей точке достигает почти 3500°C . Газ, представляющий собой еще одну комбинацию углерода и водорода (его молекулы содержат по два атома каждого), легко получить, позволив воде вступить в контакт с карбидом кальция. Последний, который называется CaC_2 , производится путем совместного нагревания кокса и извести при сильном нагревании в электрической печи. Это в значительной степени объясняет большую теплотворную способность ацетилена, поскольку, поскольку для объединения элементов необходимо большое количество тепла, они выделяют большое количество тепла, когда в конечном итоге разделяются. Здесь снова имеет место экономия энергии. Тепловая энергия электрической печи в значительной степени расходуется на взаимодействие этих двух элементов. Им, так сказать, дается большой капитал в виде тепла. Оно перестает быть ощутимым теплом, становясь скрытым в соединении, но все еще присутствует. Таким образом, кусок карбида кальция, с которым знакомы многие читатели, содержит в себе огромные запасы тепла. Когда вода вступает в контакт с карбидом, партнерство нарушается, но тепло при этом не выделяется, поскольку образуется другое партнерство, которое все еще сохраняет старый тепловой капитал. Содержащийся в карбиде кальций вытесняется водородом из воды, и таким образом образуется C_2H_2 , в то время как отвергнутый кальций утешает себя, вступая в соединение с таким же оставленным кислородом из воды, образуя CaO , что является всего лишь другим названием извести.,,

Затем ацетилен (C_2H_2) смешивается с кислородом в паяльной трубке и сжигается, при этих условиях используется накопленное тепло, первоначально заимствованное из электрической печи. С помощью этого пламени можно плавить и сваривать более твердые металлы. Кованое железо, чугун, сталь во всех ее формах - все это можно расплавить кислородно-ацетиленовым пламенем почти так же легко, как снег горячим утюгом. Затем выполняется сварка плавлением этих металлов точно так же, как уже описано для латуни.

С помощью специальной выдувной трубки, в которую при нагревании подается избыток кислорода, пластины из твердой стали можно разрезать на куски почти так же легко, как бакалейщик режет сыр. Таким образом, можно разрезать даже толстую, твердую броневую плиту, что фактически является практически единственным способом, которым ее можно разрезать.

А для таких целей, как сварка и резка, это пламя обладает интересным и своеобразным преимуществом перед всеми другими видами тепла. Когда металл нагревается на воздухе, обычно возникают проблемы с окислением. Например, домашняя кочерга, после того как ее оставили раскаляться докрасна на огне, покрывается в той части, которая была нагрета, чешуей, которая отслаивается при ударе по предмету. Эти накипи представляют собой оксид

железа, образовавшийся в результате соединения железа и кислорода, когда кочерга была горячей. Но если нагревать ее кислородно-ацетиленовым пламенем, этого не произойдет. Кислород и углерод из ацетилена будут гореть, и если правильно регулировать подачу первого, то он будет полностью израсходован в процессе. Водород из ацетилена, как ни странно, не способен соединяться с кислородом при такой высокой температуре, как у кислорода и углерода, так что он выходит за пределы кислородно-углеродного пламени и в конечном итоге сгорает сам по себе с кислородом из атмосферы во втором пламени, окружающем первое. Таким образом, возникает двойное пламя: внутри - маленький заостренный конус белого пламени, представляющий собой кислород и углерод; а снаружи - голубоватое пламя, представляющее собой водород и атмосферный кислород. Последнее пламя образует своего рода оболочку, полностью окутывающую первое. И поэтому, когда кто-то плавит металл с помощью белого конуса, водородная оболочка защищает расплавленный металл от кислорода и предотвращает окисление. Только тот, кто знает, какие неприятности вызывает окисление при нагревании металлов, может осознать замечательное преимущество этого метода.

А теперь мы можем обратиться еще к одному источнику, тоже вполне современному, высокой температуры.

Если бы часто цитируемого "обывателя" спросили о двух самых распространенных вещах на земле, он, возможно, назвал бы кислород в качестве одной из них, и пока что он был бы прав, но вероятность того, что он назовет алюминий второй, невелика. Однако, если бы он этого не сделал, он был бы неправ. Алюминий и кислород образуют оксид алюминия, из которого состоят сапфир, рубин и другие драгоценные камни, но оксид алюминия чаще всего встречается в сочетании с кремнеземом или кремнием и кислородом. Это соединение называется силикатом алюминия, и из него образуются глина и многие горные породы. Причина, по которой металлический алюминий до недавнего времени был редким и дорогим, заключалась в большой сложности извлечения металла из этой довольно сложной комбинации. И эти два самых распространенных элемента при определенных условиях обладают редким сродством друг к другу. Они объединяют свои силы с такой энергией, что при этом выделяется большое количество тепла. Это, опять же, мы можем рассматривать как пример сохранения энергии. По-видимому, для разделения алюминия и кислорода, поскольку они находились вместе в естественном состоянии, пришлось израсходовать тепло. И это тепло появляется снова, когда они снова соединяются вместе. Это наиболее полезный принцип, поскольку, если тепло исчезло где-либо в ходе какой-либо операции, мы знаем, что, по всей вероятности, если мы сделаем это правильно, мы сможем вернуть это тепло снова, возможно, в более удобной форме. Во всяком случае, в данном случае это так.

Теперь алюминий не будет легко соединяться с атмосферным кислородом, но он легко соединится с кислородом из оксида металла. Итак, если мы поместим в сосуд немного оксида железа и немного мелко измельченного алюминия и в какой-то момент немного подогреем его, просто чтобы запустить процесс, вся масса будет гореть с сильным жаром. И когда обжиг будет закончен, в тигле обнаружится (1) немного расплавленного железа, оксида железа с удалением кислорода, и (2) немного оксида алюминия или окиси алюминия в форме, которую мы называем корундом, очень твердого вещества, которое в порошкообразном виде используется для измельчения твердых металлов. Мы начинаем, как вы заметили, с чистого металла и оксида. Мы заканчиваем чистым металлом и оксидом, только кислород поменял свои составные части, перейдя из железа в алюминий. И в ходе изменений высвобождается огромное количество

накопленного тепла. Таким образом, алюминий, как и уголь, является топливом, каким бы странным это ни казалось. Уголь, однако, готов работать в паре с кислородом из воздуха, в то время как алюминий, более привередливый, примет его в качестве партнера только тогда, когда сможет украсть его из другой комбинации.

Но практический результат в высшей степени удовлетворительный, поскольку действие оксида алюминия и железа заключается в том, что мы получаем тигель, полный расплавленного железа при очень высокой температуре. И это можно использовать по-разному.

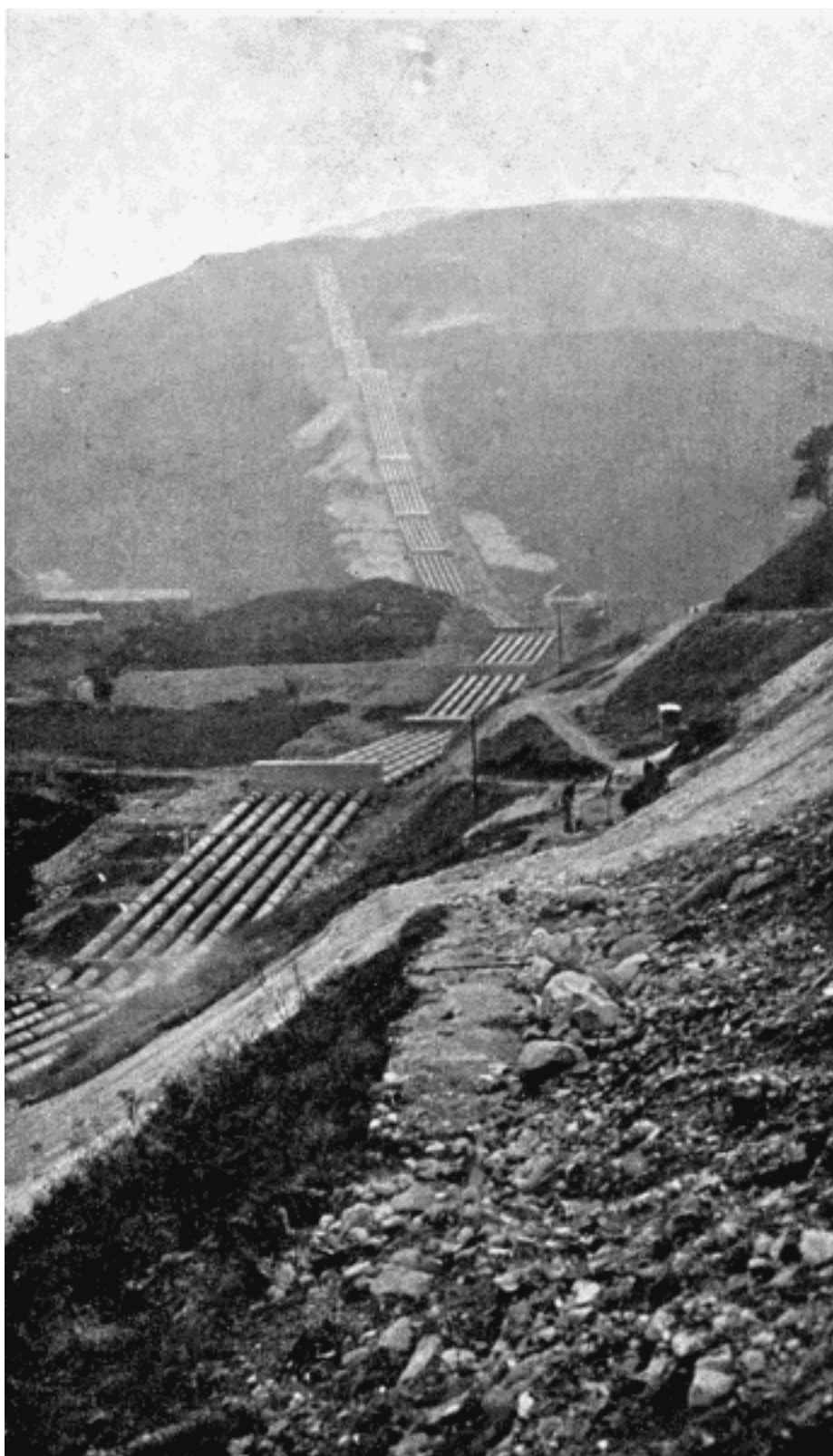
С его помощью, например, можно соединять трамвайные рельсы. Вокруг концов двух рельсов, где они "стыкуются" друг с другом, образуется форма, и в эту форму можно налить некоторое количество расплавленного железа. Он настолько горячий, что частично расплавляет концы рельсов, а затем, соединяясь с ними, образует между ними совершенно однородное соединение.

Тот же метод может быть применен для ремонта всех видов железных конструкций. Например, гребной вал судна иногда ломается во время рейса. Такая катастрофа чревата самыми серьезными последствиями, если только ее не удастся быстро устранить. Термит, как называется этот процесс, является, пожалуй, единственным средством, с помощью которого при определенных условиях это может быть достигнуто.

О необычайном нагревании металла, получаемого таким способом, свидетельствует тот факт, что если его вылить на железную пластину толщиной в дюйм, он пройдет сквозь нее насквозь. Он мгновенно проникает внутрь.

Но, хотя такие высокие температуры доступны современному производителю, есть некоторые вещи — действительно, много вещей, — которые все еще ставят его в тупик, например, алмаз. Это правда, что были изготовлены бриллианты небольшого размера, но более крупные до сих пор не поддавались никаким усилиям.

В заключение этой главы можно упомянуть об одном очень интересном факте по этому поводу. Сэр Эндрю Ноубл, сотрудник крупной фирмы Armstrong, Whitworth & Co. из Элсуика, провел эксперимент по взрыву небольшого количества кордита, мощного взрывчатого вещества, внутри стального сосуда огромной прочности. Таким образом, он добился того, что считается самой высокой температурой, когда-либо созданной на земле. Считается, что она составляла 5200 ° C, а давление при этом составляло, по расчетам, 50 тонн на квадратный дюйм. В его намерения не входило производить алмазы, но сэр Уильям Крукс предсказал, что результатом станут алмазы. Ибо кордит состоял в основном из углерода, который, как хорошо известно, является материалом, из которого образуется алмаз, и считается, что сочетание высокой температуры и высокого давления - это как раз то, что необходимо, чтобы придать углероду именно эту форму. И действительно, на железе, которое исследовали после взрыва, были видны крошечные алмазы. Для более крупных, без сомнения, необходимы еще более высокие температуры и давления, а поскольку алмаз, как и золото, имеет особое очарование для человечества, усилия по его производству будут продолжаться. В ближайшие годы, возможно, будут найдены средства для создания этих экстремальных условий температуры и давления, и таким образом будет решена еще одна из проблем веков.



С разрешения Британской

алюминиевой компании

Отличительной особенностью современных алюминиевых заводов является то, что для производства алюминия требуется гидроэнергетика. Вода хранится на высоком уровне, а затем по трубам подается на завод. На рисунке показан трубопровод, недавно проложенный для этой цели в Кинлохлевене в Аргайлшире. Шесть труб, каждая из

которых имеет тридцать девять дюймов в диаметре, спускаются по склонам холмов на протяжении одной мили с четвертью

ГЛАВА XI

ИСКУССТВЕННАЯ УГОЛЬНАЯ ШАХТА

Те страны, которые благословлены обильными запасами угля, периодически бывают потрясены и опечалены ужасным бедствием — взрывом на одной из шахт, в результате которого часто гибнут десятки бедолаг, а сотни вдов и сирот оказываются без кормильца. Стоит только вспомнить ту душераздирающую катастрофу на шахтах Курьер во Франции, где погибло более тысячи человек, чтобы понять, насколько важен вопрос о причине и способах устранения последствий взрыва на шахте.

Раньше считалось решенным вопросом, что это произошло из-за случайного воспламенения газа, называемого по-научному "метан", но шахтеры называют его "огнезащитным". Несомненно, он накапливается на многих шахтах, и поскольку он во многом аналогичен бытовому угольному газу (действительно, метан составляет основную часть угольного газа), неудивительно, что взрывы были приписаны ему. Время от времени производились выстрелы, чтобы сбить уголь, и хотя принимаются величайшие меры предосторожности для предотвращения каких-либо несчастных случаев, представляется несомненным, что за выстрелами иногда следовали взрывы. Но еще более опасен предприимчивый шахтер, который по какой-то причине открывает свою предохранительную лампу. Перед тем, как он войдет в помещение, его зажигают и запирают, так что теоретически он не может с ним ничего поделать; но это должен быть хитроумно сконструированный замок, который невозможно каким-либо образом взломать, и с небрежностью, порожденной длительной невосприимчивостью к несчастным случаям, его иногда открывают, что может привести к катастрофическим результатам.

Даже искра, вылетевшая из шахтерской кирки, может воспламенить газ; или искра от какой-либо электрической машины, используемой в шахте. Это одна из причин, по которой электрическое оборудование вызывает подозрения в угольных шахтах, и предпочтение отдается машинам, работающим с менее удобными и более дорогостоящими средствами подачи сжатого воздуха.

Каким-то таким образом воспламеняется огненная влага, а затем следует огненный взрыв, который, проносясь по узким галереям и проходам, образующим выработки, просто выкашивает жизнь из людей, с которыми сталкивается. Другие, прячась в закоулках и укромных уголках, спасаясь от обжигающего облака пламени, отравляются смертоносными парами окиси углерода, которые оно оставляет, когда его сила израсходована. В то время как другие, возможно, самые несчастные из всех, спасаются на время, но, будучи заключенными в тюрьму в результате падения с крыши и стен, умирают долгой смертью от голода и медленного удушья. Взрыв шахты - одно из самых ужасных событий, которые только можно вообразить, и единственным спасением от него является благородный героизм, с которым выжившие, от

управляющих шахтой до самых скромных рабочих, толпятся у устья шахты, готовые рисковать собственными жизнями ради слабого шанса спасти кого-то внизу. Нередко эти отважные добровольцы разделяют судьбу только тех людей, которых они хотели бы спасти.

Итак, все это, как я уже сказал, раньше списывали на эффект сырости от огня. Но несколько лет назад до сознания людей дошло, что ущерб, по-видимому, был несоизмерим с мощностью газа. Современные шахты хорошо вентилируются большими вентиляторами, которые прогоняют большие объемы воздуха по всем выработкам. Воздушные потоки искусно направляются перегородками, или "решетками", так что каждый укромный уголок будет очищен обильным притоком чистого свежего воздуха. Следовательно, количество взрывоопасного газа, которое может скапливаться в любом месте, невелико. Как же тогда такой небольшой объем газа может нанести такой большой ущерб?

К этому добавился тот факт, что взрывы происходят на мукомольных заводах, где нет газа, и экспериментаторы обнаружили в своих лабораториях, что почти любое горючее вещество, *если его измельчить достаточно мелко* и выдуть в облако, может взорваться. Это, естественно, могла бы сделать угольная пыль. Действительно, любой, кто бросит пыль со дна совка для угля в огонь, сам увидит, как быстро такая пыль будет гореть, и, как было указано в предыдущей главе, взрыв - это всего лишь быстрое горение.

Таким образом, вина была в значительной степени переложена с плеч пожаротушения на плечи тех, кто несет ответственность за облака угольной пыли, которые собираются по всей выработке шахты.

Но затем возникла трудность из-за того, что пыль присутствует во всех шахтах, хотя в некоторых районах взрывов практически нет. И такими районами являются те, где пожароопасная влажность незначительна или вообще отсутствует. Эти два факта, по-видимому, можно объяснить одним, и только одним способом. Должно быть, газ сначала взрывается слабо и таким образом, поднимая пыль, лежащую вдоль дорог и проходов, подготавливает почву для последующего мощного, смертоносного взрыва угольной пыли.

Но это было всего лишь предположение, а дело было настолько важным, что требовалось нечто более определенное, чем простое предположение. Поэтому Горная ассоциация Великобритании решила провести серию экспериментов, которые должны были раз и навсегда выяснить, какую роль угольная пыль сыграла в этих катастрофах и как наилучшим образом их можно было предотвратить.

Сначала предполагалось, что для экспериментов можно было бы использовать старую шахту, но возникла трудность в том, что шахты всегда становятся влажными после прекращения в них работы, и поэтому пыль не вела себя нормально. Более того, работа была бы чрезвычайно опасной, а результаты трудно было бы наблюдать. Затем было предложено построить водопропускную трубу из бетона, частично заглубленную в землю, но и это тоже было отклонено. В конце концов было решено изготовить имитацию мины из стали, используя старые корпуса котлов с вынутыми концами.

Угольщики Великобритании выделили на эти цели сумму в 10 000 фунтов стерлингов, и большая работа была проведена в Алтофтсе, в Йоркшире, недалеко от шахты, где в 1886 году произошла ужасная катастрофа.

Здесь была построена большая труба, или галерея. Примерно в форме буквы L, одна нога имеет длину более 1000 футов, а другая - 295 футов. Более длинная ножка имеет диаметр $7\frac{1}{2}$, а более короткая - 6 футов. В конце короткой части установлен большой вентилятор, который может пропускать через конструкцию от 50 000 до 80 000 кубических футов воздуха в минуту, создавая таким образом условия хорошо вентилируемой шахты. Более короткая длина имеет несколько крутых поворотов с целью ослабления силы взрыва вдоль этой части и, таким образом, защиты вентилятора от повреждений, в то время как там предусмотрен высокий дымоход, так что при закрытой дверце для отключения вентилятора газы от взрыва могут найти безопасный выход.

Внутри трубы по бокам закреплены полки, чтобы воспроизвести эффект опалубки в настоящей шахте, на балках которой оседает пыль. Были установлены и подпорки, точно такие, какими они были бы в настоящей шахте. На самом деле, было сделано все, чтобы сделать это место как можно более совершенной копией настоящих подземных выработок.

А затем к этому огромному и дорогостоящему сооружению добавился набор научных инструментов, достойных важных исследований, которые предстояло провести.

Чтобы понять их назначение и работу, нам нужно напомнить себе о целях и намерениях экспериментов. Прежде всего, было желательно выяснить, как ведут себя различные количества и качества угольной пыли. Пыль была разложена по дну камеры и вдоль полок. Небольшой пистолет, выпущенный в какой-то точке трубы, поднял облако этой пыли, точно так же, как это сделал бы взрыв газа в настоящей шахте. Затем был произведен выстрел из другого пистолета, чтобы взорвать облако пыли. Пока все довольно просто. Но сделать это было бы бесполезно без возможности точно выяснить, что произошло в результате взрыва. И в этом заключается функция инструментов.

Начнем с того, что по галерее проходит огромная волна силы или давления, которая возникает сразу же, как облако вспыхивает пламенем. С какой скоростью распространяется эта волна? Сколько времени прошло после взрыва, прежде чем его разрушительные эффекты стали ощущаться на расстоянии ста ярдов? Для решения этой проблемы электрические контактные выключатели установлены с интервалом в пятьдесят ярдов вдоль галереи. Каждый из них состоит из цилиндра с поршнем внутри, что-то вроде, скажем, циклического насоса. Поршень, обычно удерживаемый пружиной, подбрасывается вверх силой взрыва. Пружина регулируется, и поэтому можно устроить так, что слабое усилие пистолета не сможет поднять поршень, но последующий более мощный взрыв угольной пыли сможет.

Таким образом, при взрыве эти контактные выключатели срабатывают последовательно. Первым срабатывает тот, что ближе всего к очагу возмущения; затем тот, что на пятьдесят ярдов дальше; затем тот, что на сто ярдов дальше, и так далее. Моменты, когда они срабатывают, определяют скорость, с которой взрыв распространяется по галерее. Но он движется с огромной скоростью, и поэтому измерить и зафиксировать точный момент перемещения каждого контактного выключателя представляет немалую трудность. Электричество, однако, делает это, как и многое другое, сравнительно простым.

В астрономических обсерваториях используется прибор, называемый хронографом, который с точностью до малой доли секунды регистрирует момент, когда звезда, как кажется, проходит по проволоке в "транзитном круге", телескоп, с помощью которого определяется положение звезд и сохраняется точное время. Наблюдатель сидит, прильнув глазом к телескопу, и наблюдает за

видимым движением звезды. В руке он держит небольшой "толчок", при нажатии на который его пальцы приводят в действие крошечный укол, воздействующий на движущуюся полосу бумаги. Бумага движется с предельной устойчивостью и регулярностью, в то время как часы каждые две секунды наносят на нее заостренный укол. Таким образом, часы размечают бумагу на отрезки, каждый из которых соответствует двум секундам. Но другая игла, приводимая в действие рукой наблюдателя, также оставляет свой след на бумаге, и таким образом, в то время как правильные метки обозначают интервалы в две секунды, каждая неправильная метка отмечает время прохождения звезды по проволоке. Последующее изучение полосы позволяет с большой точностью определить время прохождения маршрута по положению соответствующей отметки между двумя *обычными* отметками.

И тот же принцип был применен к автоматическим выключателям этой искусственной шахты. Обычно ток протекает через автоматический выключатель, но при подъеме поршня цепь размыкается (отсюда и название устройства), и это размыкание цепи и, как следствие, прекращение подачи тока приводит в действие хронограф. С помощью хитроумно сконструированного устройства, детали которого слишком сложны, чтобы описывать здесь, каждый автоматический выключатель по очереди наносит свою отметку на одну и ту же полосу, так что расстояния между этими отметками показывают время, за которое сила взрыва преодолела пятьдесят ярдов. Тем временем часы продолжают делать свои регулярные отметки (в данном случае каждые полсекунды), так что они образуют шкалу, по которой другие интервалы могут быть измерены очень точно.

Используемый здесь хронограф более точен, чем тот, который используется в Гринвичской обсерватории, по той причине, что в этом случае регистрирующие токи передаются механически контактными выключателями, приводимыми в действие самим взрывом, в то время как в случае с астрономом в дело вступает человеческий фактор. Наблюдать за движущимся пятнышком света и точно определить, когда оно пересекает тонкую грань, отнюдь не просто, и поэтому определить время с точностью до десятой доли секунды - это практически предел возможной точности. Однако прибор, о котором мы говорили, может зарегистрировать время, за которое газовая волна, движущаяся со скоростью 3000 футов в секунду, преодолевает расстояние в пятьдесят футов. Другими словами, автоматические выключатели могут срабатывать так быстро, что, когда между срабатыванием одного и следующего проходит всего лишь шестидесятая доля секунды, хронограф может должным образом зафиксировать этот факт.

Записи хронографа могут быть сделаны двумя способами: одним с помощью ручки на листе бумажной ленты, а другим с помощью царапин на листе дымчатой бумаги.

Таким образом, с помощью этого средства можно измерить изменение "силы" взрыва. Необходимо также рассчитать время распространения "тепла" взрыва, поскольку они могут распространяться не одновременно, и разница между ними может пролить некоторый свет на природу и поведение взрыва. Поэтому для этой второй цели используется второй комплект автоматических выключателей. Каждый из них состоит из полосы тонкой фольги, натянутой поперек галереи. Будучи помещенным вплотную к движущемуся потоку газа, сила взрыва не оказывает на него никакого воздействия, но тепло мгновенно расплавляет его. Обычно через полосу протекает ток, и поэтому о плавлении сигнализирует прекращение тока, которое регистрируется хронографом.

Таким образом, определяются скорости, с которыми распространяются сила и теплота взрыва. Другим важным фактом, который необходимо установить, является величина силы, или давления, в разных точках. Для этой цели манометры могут быть подсоединены к галерее в нужных местах с помощью гибких трубок. Эта гибкая трубка необходима для того, чтобы вибрация стального корпуса, вызванная взрывом, не передавалась прибору. Давление, проходящее по гибкой трубе, поднимает поршень под действием силы пружины, и расстояние, на которое он поднимается, является, конечно, мерой давления внутри канала в точке, к которой подсоединена труба. Давление регистрируется действием поршня при перемещении карандаша, который просто касается поверхности движущейся бумаги. Во всех маркировках этой бумаги есть три стиля. Первый - тот, который только что упоминался. Второй прикрепляется к бумаге с помощью электромагнита, питаемого током, протекающим по тонкой проволоке, натянутой поперек галереи как раз в том месте, где произошел взрыв. Эта тонкая проволока разрывается в момент взрыва, в результате чего ток отключается, а стиль поднимается. Таким образом, он оставляет свой след до момента взрыва, а затем исчезает. Таким образом, конец этой строки показывает время взрыва. Тем временем первый стиль - это рисование прямой линии, но как только регистратор давления начинает ощущать давление, этот стиль перемещается, и линия наклоняется вверх. По мере увеличения давления она поднимается вверх, пока не достигнет своей высоты, после чего опускается, пока фасон неснова не нарисует прямую линию. Таким образом, подъем и падение линии представляют собой подъем и падение силы взрыва.

Далее следует вопрос времени. Как скоро после взрыва начало ощущаться давление? Сколько времени потребовалось, чтобы оно достигло максимума и как долго, чтобы снова исчезнуть? Эти вопросы требуют ответов, которых до сих пор не дает описанный аппарат. Правда, скорость бумаги может быть известна приблизительно, но все, что я описал, произойдет в течение доли секунды, а скорость бумаги трудно определить с достаточной точностью. В этом мы видим назначение третьего стиля. Он электрически прикреплен к "отметке времени с точностью до десятой доли секунды". Он состоит из груза, подвешенного на высоте. Сила взрыва позволяет ему упасть. В тот момент, когда он начинает падать, стиль оставляет след на бумаге. Когда он падает на определенное расстояние, стиль оставляет еще один след. А расстояние, на которое падает груз между двумя отметками, отрегулировано таким образом, что промежуток между ними на графике составляет ровно десятую долю секунды. Таким образом, на графике формируется шкала, по которой можно измерить другие времена. Вот линия, заканчивающаяся в момент взрыва; прямая линия, переходящая в восходящую и нисходящую кривую, представляющую время и изменение давления; наконец, есть две отметки, представляющие десятые доли секунды, по которым можно интерпретировать другие отметки, зафиксированные на графике.

Но простое давление и скорость взрыва составляют лишь часть желаемого знания. Как происходит взрыв, сгорает ли угольная пыль полностью, действительно ли сгорает сама пыль или угольный газ, выделяемый пылью при нагревании предварительного взрыва, что это за газ, который остается при взрыве на различных стадиях — это важные вещи, которые необходимо знать, и установить их можно только путем взятия проб газов в галерее в разные моменты во время и после взрыва. Для получения этих образцов используются бутылки, но вопрос в том, как наполнить их точно в нужное время. В корпусе галереи просверливаются отверстия, и к ним привинчиваются металлические бутылки или фляжки, при этом от горлышка каждой бутылки к центру галереи ведет труба, ведущая внутрь. Конец этой трубки закрыт стеклянным колпачком,

над которым наготове находится маленький молоточек. Управление молотком осуществляется электрическим устройством, называемым "контактным устройством", устроенным таким образом, что как раз в нужный момент молоток падает, разбивая стекло и пропуская пробу газа в галерею, при этом из бутылки и ее трубки предварительно выпускают воздух, так что при разбивании стекла газ всасывается.

В тот же момент падает груз, прикрепленный к концу шнура, который, достигнув конца своего троса, закрывает конец пробирки, и образец остается в плену до тех пор, пока флакон не можно будет отсоединить и унести в лабораторию для анализа его содержимого.

Те, кто устанавливает контакты, бывают двух видов. В одном случае давление взрыва поднимает поршень, который замыкает цепь, позволяя току течь по очень тонкой проволоке, которая предотвращает падение молотка. Эта тонкая проволока оплавляется током, молоток опускается и выполняет свою работу. Другой тип, который используется, когда силы взрыва недостаточно для подъема поршня, приводится в действие одним из автоматических выключателей из фольги. Магнит, подпитываемый током, проходящим через фольгу, удерживает изогнутый стержень над двумя чашками ртути. Разрываемая теплом взрыва фольга отключает этот ток, обесточивает магнит и позволяет стержню упасть концами в ртуть. Это завершает другую цепь, позволяя току проходить к тонкой проволоке, в результате чего отбойный молоток отпускается. Подсоединив бутылку к контактному устройству на расстоянии, можно получить пробу в любой желаемый период взрыва. Если, например, образец должен представлять непосредственные продукты сгорания, его помещают рядом с контактными устройством. Тогда образец втягивается практически в момент взрыва. С другой стороны, если отбирать пробу остаточной влаги, то бутылка должна быть подсоединена к контактному устройству на большом расстоянии от места взрыва, в результате чего ее стеклянная крышка не будет разбита до тех пор, пока не пройдет значительное время после того, как взрыв пройдет мимо бутылки. Время, в течение которого из бутылки извлекается образец, также можно регулировать, изменяя длину шнура, к которому прикреплен грузик.

И, наконец, следует упомянуть использование кинематографа, способного делать двадцать два снимка в секунду, для наблюдения за эффектами в концах галереи (см. Иллюстрации).

Таким образом, получены данные о силе и теплоте взрыва, его механическом и тепловом воздействии на стены штольни или, если бы это было в настоящей шахте, о последствиях, которые он оказал бы при встряхивании и нагревании выработок и работающих в них людей. Это, а также анализ газов, образующихся при взрыве, полученный из содержимого баллонов, дают надежные данные, на основе которых могут быть построены надежные теории относительно природы взрывов на шахтах и способов их предотвращения, результаты, которые не могли быть получены никаким другим способом. Никто не может не быть поражен тщательностью и изобретательностью средств, используемых для достижения этих целей, и не будет преувеличением сказать, что это великолепный пример применения полностью научных методов к важному промышленному исследованию. Будет интересно завершить этот отчет кратким упоминанием некоторых результатов, к которым привели эти кропотливые усилия.

Первым по важности является несомненный факт, что угольная пыль, которая в массе будет гореть лишь медленно, при хорошем смешивании с воздухом взорвется. И не требуется присутствия горючего газа, способствующего взрыву.

Пылеулавливающее орудие, выдувая немного пыли в облако, которое воспламенялось от второго орудия, вызвало взрыв, достаточно мощный, чтобы нанести все повреждения, характерные для самых разрушительных природных взрывов. Таким образом, практически несомненно, что функция газа - это всего лишь функция первого пистолета - поднимать облако пыли.

Можно кратко описать типичный экспериментальный взрыв. При выстреле из орудия, поднимающего облако, небольшое облачко пыли вылетело из концов галереи, даже из того конца, *в который вентилятор нагнетал воздух внутрь*. Другими словами, поток воздуха был остановлен, даже обращен вспять, предварительным толчком. Это облако, конечно, было показано на кинематографе.

Затем, когда выстрелила вторая пушка и произошел настоящий взрыв угольной пыли, сначала вылетело облако пыли больше, чем первое, за которым последовало облако пламени длиной 180 футов. Они также были записаны кинематографом. Звук был слышен за семь миль.

Было зарегистрировано давление до 92 фунтов на квадратный дюйм, и было обнаружено, что сила взрыва значительно превышала 2000 футов в секунду.

Во многих случаях, как ни странно, воздействие было очень незначительным в месте возмущения, сила, казалось, увеличивалась по мере прохождения волны по галерее. Вероятно, пыль не успела сгореть полностью, а лишь частично при первом натиске. Там, где подпорки или бревна сдерживали поток горящих газов, ущерб был наибольшим, поскольку, без сомнения, из-за вихрей воздух и уголь особенно хорошо перемешивались в таких местах. После того, как все было закончено, на стенках и балках была обнаружена корка кокса, вероятно, потому, что воздуха было недостаточно, чтобы сжечь всю пыль, и часть из них была разогрета до кокса только для того, чтобы осесть на ближайшей поверхности, где смолистые вещества заставляли ее прилипать.

Наконец, самое важное, пожалуй, из всего, было продемонстрировано, что примесь каменной пыли с угольной делает ее невоспламеняемой. Если таким образом обработать небольшую зону, смешав каменную пыль с другой, взрыв в этот момент подавлялся. Правда, ядовитая остаточная сырость распространилась дальше, так что люди там могли быть отравлены ею, но каменная зона, несомненно, спасла бы их от прямого воздействия взрыва. Однако, если каменную пыль смешать с угольной по всей галерее, то взрыва вообще не произойдет, что еще раз доказывает, что именно угольная пыль наносит ущерб.

В шахте, примыкающей к экспериментальной галерее, этот план использовался в течение многих лет. Мягкий сланец измельчается в мелкий порошок и посыпается везде, где скопилась угольная пыль. Она просто посыпается вручную, придавая выработкам вид грубо побеленной. И с тех пор, как это было сделано, в этой шахте не было взрыва. Эксперименты, вне всякого сомнения, показали, что это не было случайным явлением. Они показали, что каким-то до конца не изученным способом это добавление каменной пыли делает угольную пыль безвредной. Возможно, это просто разбавляет ее. Возможно, он каким-то образом забирает часть тепла и, таким образом, предотвращает достаточный нагрев частиц угля. Возможно, будучи немного тяжелее, он препятствует образованию пылевого облака. Как бы то ни было, теперь нет сомнений в том, что каменная пыль является спасением шахтера в том, что касается взрывов.

Вода, разбрызгиваемая на угольную пыль, удерживая ее от образования облака, дает тот же эффект, но это менее удобно по той простой причине, что вода испаряется, в то время как каменная пыль остается там, куда ее положили.

ГЛАВА XII

САМОЕ ПОРАЗИТЕЛЬНОЕ ИЗОБРЕТЕНИЕ ПОСЛЕДНЕГО ВРЕМЕНИ

Вероятно, ни одно изобретение за последние годы не произвело такой сенсации, как беспроводный телеграф. И поскольку это прямой результат самых сложных, чисто научных исследований, не может быть более подходящей темы для размещения в этой книге.

В течение многих лет существовала вера в существование таинственного чего-то, чему было дано название "Эфир". Следует отметить, что он полностью отличается от химического вещества с тем же названием и полностью создан интеллектом. Ни одно из наших органов чувств не дает нам ни малейшего прямого указания на его существование. Никто не видел, не чувствовал, не слышал, не обонял и не пробовал это на вкус. И все же мы чувствуем, что он должен существовать, по той простой причине, что некоторые вещи, о которых нам сообщают наши чувства, совершенно необъяснимы без него.

Первоначально это было связано со светом. Стоя ночью на вершине холма, мы видим огни города в миле от нас. Как получается, что эти далекие газовые или электрические лампы воздействуют на наши глаза? Они находятся на расстоянии мили друг от друга, и человеческий разум отказывается принять идею о том, что один объект может воздействовать на другой *на расстоянии*. Мы вынуждены верить, что есть нечто, находящееся в контакте с источником света, на что воздействуют в первую очередь и через что возмущение, каким бы оно ни было, передается нашим глазам, с чем оно также должно находиться в контакте. Мы чувствуем, что должно быть что-то, тянущееся от наших глаз к отдаленным объектам, по которым передается свет. Конечно, воздух заполняет упомянутое пространство, но он не может быть переносчиком света, ибо, если мы смотрим через стеклянный сосуд, из которого был выпущен воздух, мы видим удаленные объекты не затемненными. У нас также есть веские основания полагать, что воздух принадлежит исключительно нашему земному шару и не распространяется вверх более чем на несколько миль. Следовательно, солнечный свет и сияние звезд не может быть воздухом. Поэтому мы вынуждены вернуться к вере в нечто, о чем у нас нет других знаний, что должно заполнить все свободные пространства во всей вселенной, проходя даже между частицами, из которых состоит обычная материя, достигая даже самой отдаленной звезды, способное проникать во все и, следовательно, не исключаемое из самого совершенного вакуума. Это нечто настолько отличное от всего, о чем у нас есть какие-либо прямые знания, что иногда возникает искушение усомниться в том, не должно ли существовать какого-то другого объяснения света. Чтобы передавать свет с той скоростью, с которой, как мы обнаруживаем, он действительно распространяется, эфир должен быть более жестким, чем самое твердое вещество, о котором мы знаем. Действительно, во много, много тысяч раз более жестким. Тем не менее, он, по-видимому, не оказывает никакого сопротивления прохождению планет через

него. И все же, насколько люди могут себе представить, другой альтернативы нет, и поэтому мы вынуждены верить в существование эфира.

Первыми объектами, обнаруженными телескопом, были более крупные спутники Юпитера. С той точностью, которой отличаются астрономы, они вскоре составили временные таблицы, показывающие не только прошлые движения этих тел, но и их будущие. Однако вскоре они были озадачены очевидным фактом, что спутники Юпитера работали не по расписанию, если воспользоваться железнодорожным выражением. Какое-то время они становились все позже и позже, а затем постепенно ускорялись, пока не стали слишком быстрыми. Затем они снова замедлились. Это повторилось и продолжается до сих пор, с той разницей, однако, что причина была обнаружена и графики соответствующим образом скорректированы. Решение головоломки заключалось в том, что когда земля и большая планета находятся по одну сторону от солнца, они примерно на 186 миллионов миль ближе друг к другу, чем когда они находятся по разные стороны от солнца. Согласно расчетам астрономов, эволюция спутников довольно регулярна, но земным астрономам показалось, что она различалась из-за времени, которое потребовалось свету, чтобы преодолеть эти 186 миллионов миль. Когда два тела находились ближе всего друг к другу, казалось, что события произошли примерно на 1000 секунд (16 минут) раньше, чем когда они были дальше всего друг от друга. Следовательно, стало очевидно, что свету требуется 1000 секунд, чтобы преодолеть 186 миллионов миль, или, другими словами, он движется с огромной скоростью 186 тысяч миль в секунду. Это открытие было, конечно, сделано много лет назад, но с тех пор эксперименты доказали, что упомянутая цифра примерно верна.

Это не подвергало сомнению тот факт, что воздействие далекого света на глаз не было "действием на расстоянии", поскольку такое действие, если бы оно было возможно, возымело бы действие немедленно. Видя, что свет исходит от далеких спутников с определенной скоростью, и ему требуется определенное время, чтобы достичь нас, было очевидно, что в течение этого времени он проходил через какую-то среду, и этой средой должен быть эфир, поскольку никакое альтернативное объяснение не будет достаточным.

Так стало известно, что свет на самом деле состоит из волн или неровностей какого-то рода в эфире; что далекое светящееся тело запускает эти волны; что они распространяются с определенной скоростью, а затем, попадая в наши глаза, вызывают ощущение, известное как свет. Многое было выяснено о свете за годы, последовавшие за открытием его скорости. Были установлены длины волн, то есть расстояние от гребня одной до гребня следующей. Было установлено, что волны разной длины порождают разные цвета, в то время как более длинные волны, которые не создают ощущения света, переносят тепло, тем самым объясняя, как тепло доходит до нас от далекого огня или от солнца.

О действительной природе волн, однако, было известно мало, хотя существовало смутное представление о том, что они каким-то образом связаны с электричеством, и в этот момент в истории появляется знаменитое имя Джеймса Клерка Максвелла, профессора Кембриджского университета, который в 1864 году представил Королевскому обществу объяснение природы волн и их связи с электричеством и магнетизмом. Это само по себе было замечательным достижением, но гораздо более замечательным является тот факт, что он действительно предсказал существование более длинных волн, чем какие-либо известные в то время, которые никто не знал, как вызвать или как обнаружить, если они вызваны. С тех пор это предсказание

сбылось. Были найдены длинные волны; мы знаем, как их создавать и как воспринимать их присутствие. Они являются посланниками, которые передают наши беспроводные сообщения.

Обнаружение этих, в то время неизвестных, волн на бумаге путем простых расчетов и рассуждений о них даже более удивительно, чем подвиг Адамса и Леверье в обнаружении планеты на бумаге до того, как ее кто-либо увидел. Это сделало Максвелла одним из героев науки на все времена.

Магнит воздействует на кусок железа на некотором расстоянии. Притяжение должно передаваться через какой-то эфир. Электрический ток ведет себя точно так же, действуя точно как магнит, обладающий способностью воздействовать на предметы на расстоянии. Опять же, необходим эфир. Динамо-машина работает, перемещая магнит по проводу, которого он не касается, тем самым генерируя в нем ток. И здесь снова необходим эфир для передачи эффекта от одного к другому.

Затем, взяв за основу известные магнитные эффекты электрического тока и электризующие эффекты магнитов, он смог показать, что один и тот же эфир отвечает за все, а также за передачу света, что фактически существует только один эфир, который выполняет все эти различные функции.

На основе известных фактов об электричестве и магнетизме он доказал, что волны, подобные тем, которые он себе представлял, на самом деле движутся со скоростью света. И однажды, узнав природу волн, он утверждал, что, по всей вероятности, существовали и другие, о которых люди тогда не имели практических знаний.

Теория Максвелла вскоре заставила экспериментаторов искать способы получения длинных волн, которые, как он предсказывал, будут найдены.

Несколько авторитетных специалистов до этого заявляли о своей уверенности в том, что ток, вытекающий из лейденской банки, не был просто течением в одном направлении. Они предположили и дали основания для предположения, что течение некоторое время колебалось взад и вперед, прежде чем успокоиться; что оно действительно раскачивалось взад и вперед, как маятник.

Возможно, некоторые из моих читателей не знакомы с таким интересным электрическим устройством, как Лейденская банка. Это удобная форма того, что называется электростатическим конденсатором. Это два проводника, обычно в виде двух пластин с изолятором между ними. В лейденской банке изолятором служит стеклянная банка, в то время как "пластины" представляют собой покрытия из фольги, одна внутри, а другая снаружи. При подключении одного покрытия к одному полюсу батареи, а другого - к другому полюсу, они заряжаются, одно положительно, а другое отрицательно. То есть один приобретает избыток электроэнергии, в то время как другой испытывает дефицит в точно такой же степени. Когда они впоследствии соединяются проводом, излишек на одном из них проходит через него, чтобы восполнить недостаток на другом.

Переходя в первую очередь от положительного покрытия к отрицательному, электрическая инерция заставляет его превышать отметку и перезаряжать банку с обратными зарядами. Затем ток снова начинает течь обратно, повторяя то же самое несколько раз, пока, наконец, не будет установлено равновесие.

Способность поглощать и удерживать заряд электричества, которая является характеристикой конденсатора, называется "емкостью".

Что же тогда такое "электрическая инерция"? Я уже упоминал о влиянии, которое создание магнитного поля вокруг тока оказывает на соседние проводники. Это также влияет на само себя. Как только ток начинает течь, он создает магнитное поле, и в процессе часть его энергии истощается. Однако при прекращении первоначального тока магнитное поле снова обрушивается на проводник и тем самым восстанавливает эту энергию. Это происходит всякий раз, когда протекает ток, но особенно заметно в длинных проводниках, таких как подводные кабели. В них аккумулятор должен работать в течение значительного времени, прежде чем какой-либо ток достигнет дальнего конца. В то же время он используется для создания магнитного поля вокруг провода. Затем, когда батарея перестает действовать, ток все еще течет с дальнего конца - магнитное поле возвращает затраченную на нее энергию. Таким образом, ток неохотно начинает течь по проводнику, а начавшись, не склонен останавливаться. Это называется "индуктивностью", и она оказывает на ток точно такое же воздействие, какое инерция оказывает на тело. Что инерция для материального тела, так это индуктивность для электрического тока.

И, наконец, сопротивление, которое проводник оказывает прохождению тока, в точности аналогично трению воды в трубе.

Итак, мы видим, что "емкость" двух покрытий банки и индуктивность, возникающая в соединительном проводе, заставляют ток некоторое время колебаться взад-вперед, когда банка разряжена, и этот скачок или колебание в конечном итоге прекращается сопротивлением провода. Два покрытия и проволока образуют так называемый колебательный контур.

Теперь мы можем продолжить наш рассказ.

После долгих экспериментов Герц из Карлсруэ обнаружил тот факт, что когда в колебательном контуре происходит разряд, крошечные искры проходят между концами изогнутого провода, находящегося на некотором расстоянии. Его устройство показано на рис. 6 и 7. Первый, который в настоящее время называется "Генератором Герца", представляет собой просто два металлических диска, почти соединенных толстой проволокой. Однако провод разорван в центре, и две половинки заканчиваются двумя металлическими шариками. Каждый шарик подключен к одному выводу индукционной катушки. Теперь ток поступает от индукционной катушки серией скачков. Это не совсем переменный ток (поскольку любой переменный ток настолько слаб, что им можно пренебречь), но практически это прерывистый ток, всегда в одном и том же направлении. Таким образом, мы можем назвать один положительный конец катушки, а другой - отрицательный. При каждом обратном движении маленького вибрирующего рычага, который является частью устройства, возникает короткий ток. Это размыкание "первичной" цепи может происходить, возможно, пятьдесят раз в секунду, так что прерывистые "вторичные" токи будут сменять друг друга с интервалом в пятидесятую долю секунды или даже меньше. Мозг приходит в замешательство при попытке представить себе пятидесятисекундную долю секунды, но на самом деле это довольно долгий промежуток времени, и за этот промежуток происходит довольно многое. Ибо ток в первую очередь заряжает две пластины как конденсатор.

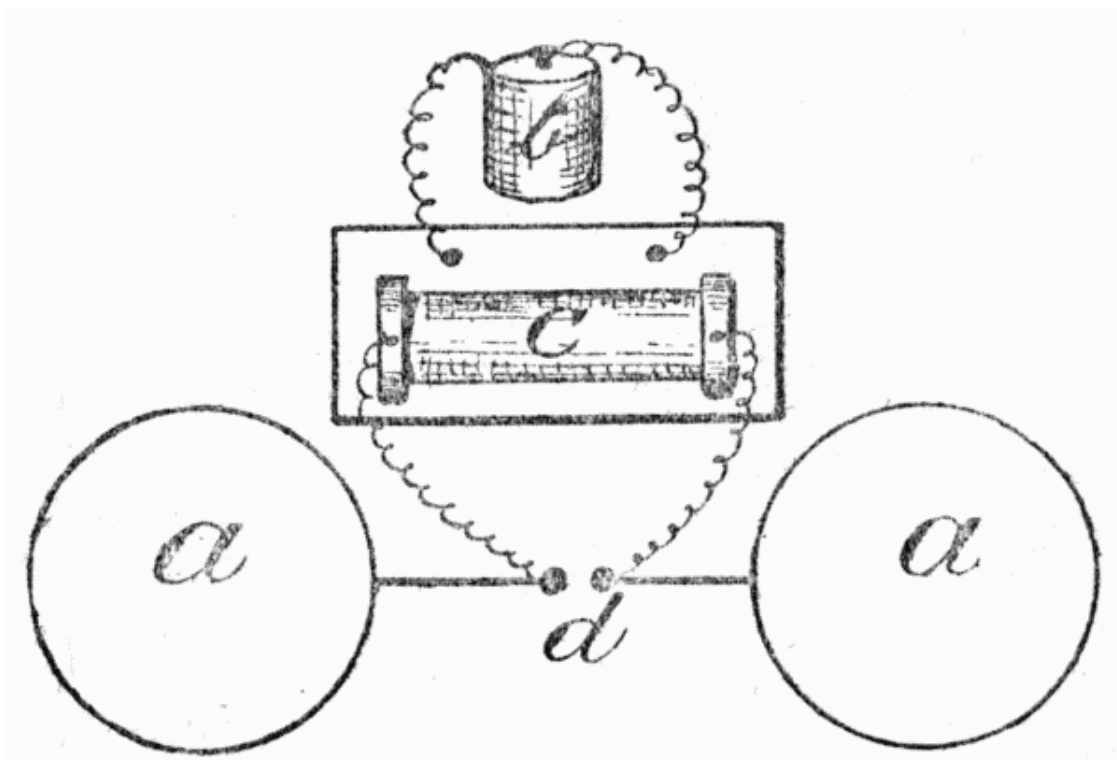


Рис. 6. Аппарат, с

помощью которого Герц делал свои открытия, отсюда и название генератора Герца. а а - металлические пластины; d - искровой промежуток между двумя металлическими шариками; b - аккумулятор, а с - индукционная катушка.

Когда они будут настолько полны, насколько это возможно, они будут удерживать текущие потоки, так сказать, через промежуток между двумя шарами.

Итак, воздушный зазор — промежуток, заполненный воздухом, между двумя проводниками — является очень прочным изолятором. Но когда через него однажды проходит ток, он становится довольно хорошим проводником. Следовательно, как только первая искра проходит между двумя ручками, пластины соединяются почти так, как если бы от одной к другой был протянут провод. И там у нас есть довольно хороший колебательный контур. На каждом конце есть емкость и довольно длинный провод для обеспечения индуктивности. Следовательно, за пробоем воздушной изоляции в искровом промежутке следуют электрические колебания, которые происходят с невообразимой быстротой. Однако из-за сопротивления искрового промежутка, которое является значительным даже после того, как он был пробит, колебания продолжаются недолго. Они затихают задолго до истечения пятидесятой доли секунды, когда от катушки поступает следующий импульс. Тем временем воздушный зазор восстанавливает свои изолирующие свойства, и таким образом, при поступлении следующего импульса все повторяется заново.

Таким образом, для каждого импульса от катушки создается небольшая последовательность колебаний. Каждая цепочка вызывает соответствующее возмущение в эфире и посылает цепочку электромагнитных волн, и они, падая на удаленный провод, порождают в нем цепочку, подобную той, которая привела их к существованию. Эти цепочки в простом приборе Герца проявлялись в виде мельчайших искр, проскакивающих через небольшой зазор между концами изогнутого провода (рис. 7).



Рис. 7. "Детектор Герца".

Именно с помощью этого простого устройства Герц обнаружил, как обнаруживать "беспроводные волны".

Именно в 1888 году Герц открыл способ обнаружения длинных электрических волн. Он подвергал вещество еще многим экспериментам и обнаружил, что волны имеют много общего со световыми лучами. Он обнаружил, что они отражаются от определенных поверхностей, подобно тому, как свет отражается от поверхности зеркала. Он изготовил призмы, которые могли изгибать их, как световые волны изгибает стеклянная призма. Некоторые предметы казались им прозрачными, как прозрачное стекло для света, в то время как другие были непрозрачными. Из этого не следует, что те же самые предметы, которые отражают световые волны, отражают электрические волны и так далее. Последние могут проходить, например, сквозь кирпичную стену. Но такое же расхождение наблюдается между светом и лучистым теплом, знакомым примером которого является действие стекла. Прозрачное стекло пропускает свет почти без затемнения, но мы используем его для каминных экранов, чтобы защитить себя от слишком сильного теплового излучения. Важным фактом является то, что все три волны — свет, лучистое тепло и волны Герца — помимо распространения с одинаковой скоростью,

отражаются, поглощаются или преломляются в соответствии с точно такими же принципами. Это почти идеальное свидетельство их сущностной идентичности.

Разница между ними, как уже было сказано, заключается в расстоянии от гребня до гребня волн - то есть в "длине волны". И читатель задастся вопросом, каким образом можно установить это таинственное измерение. Несмотря на кажущуюся таинственность, метод очень прост.

Это основано на том факте, что два набора похожих волн, распространяющихся с одинаковой скоростью в противоположных направлениях, своеобразным образом интерферируют друг с другом. Предположим, что одна группа волн проходит вдоль отражателя и ударяется о него вертикально; тогда другая группа волн будет проходить обратно от отражателя точно так же, как первая, за исключением того, что их направление будет противоположным. И результатом будет то, что через определенные промежутки времени они будут точно нейтрализовывать друг друга, так что в этих точках вообще не будет заметно волнового воздействия. Те точки, в которых не ощущается никакого действия, называются "узлами", и они находятся ровно на половине длины волны друг от друга.

Это будет довольно легко понять из прилагаемых диаграмм. На каждой из этих диаграмм предполагается, что набор волн, отмеченных a , движется слева направо, в то время как волны, обозначенные b , отражаются обратно и движутся справа налево. Следует заметить, что через каждую волнистую линию проведена прямая линия, разделяющая ее на чередующиеся гребни и впадины, и эта линия известна как ось волн.

Теперь обратите внимание, что на рис. 8 отмечены точки x , где волны a находятся точно так же над осью, как волны b находятся под ней, и наоборот. Следовательно, в этих точках два набора волн будут нейтрализовывать друг друга.

Теперь обратимся к следующему рисунку, который, как следует помнить, показывает те же волны мгновением позже, когда они продвинулись немного дальше в своих соответствующих путешествиях, и будет видно, что там тоже отмечены места, где два набора волн нейтрализуют друг друга. И то же самое с третьей диаграммой.

И, наконец, обратите внимание, что места, отмеченные x , всегда одинаковы на всех диаграммах - то есть они всегда находятся на одинаковом расстоянии от линии с правой стороны, которая обозначает отражатель. Также будет ясно, что каждый узел находится на расстоянии половины длины волны от следующего.

Таким образом, можно показать, что в каждый момент времени, а не только в трех, указанных на диаграммах, два набора нейтрализуют друг друга в узлах, что узлы всегда находятся в одних и тех же местах и на расстоянии половины длины волны друг от друга.

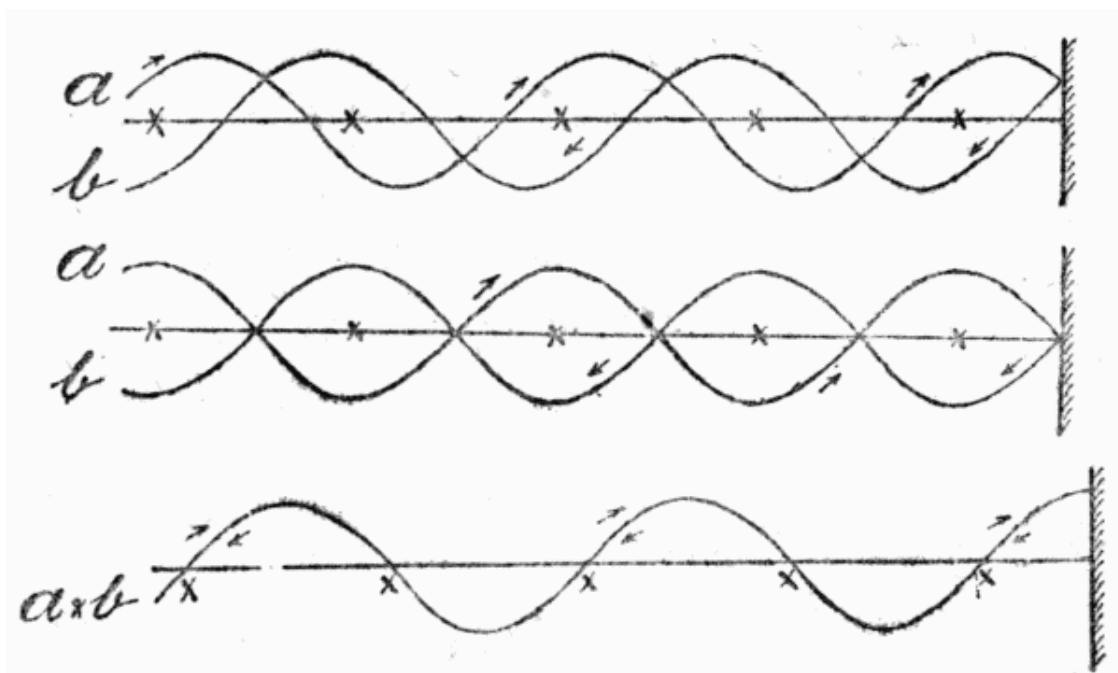


Рис. 8, 9 и 10.—

Эти диаграммы помогают нам увидеть, как измеряются "беспроводные волны". Предполагается, что волны *a* движутся слева направо, а волны *b* - справа налево. В точках, отмеченных *x*, они нейтрализуют друг друга. Затем эти точки легко обнаружить, и расстояние между любыми двумя соседними точками составляет половину "длины волн". Примечание.Б.—На рис. 10 волны *b* падают точно поверх волн *a*.

Везде, кроме узлов, происходит более или менее энергичное действие, но *там* царит вечное спокойствие.

Но как мы можем определить, где находятся узлы? Если мы вспомним, что это точки, в которых вообще не происходит волнового движения, то легко увидим, что в этих точках мы не получим искры в нашем детекторе. Итак, что сделал Герц, так это настроил свой генератор так, чтобы он отбрасывал волны на отражающую поверхность, а затем перемещал свой детектор туда-сюда по соседству, пока не нашел узлы. Между узлами, как будет видно при повторном просмотре кривых, есть другие точки, в которых волновое воздействие будет вдвое сильнее, чем при одиночной волне, и поэтому в этих точках отклик детектора будет особенно энергичным.

Это взаимное действие между падающей и отраженной волнами называется "интерференцией", и с его помощью были измерены длины волн всех эфирных волн. Схема, используемая в случае световых волн, хотя и одинакова в принципе, несколько отличается из-за крайней краткости волн.

Таким образом, эксперименты Герца не только показали, что длинные электрические волны существуют, но и что они во всех существенных чертах подобны свету, и были установлены их длины волн. На этой основе была создана современная беспроволочная телеграфия.

Возможно, было бы интересно упомянуть в этот момент об одном очень любопытном и в некотором смысле трогательном инциденте. Профессор Хьюз, чье имя связано с некоторыми хорошо известными приборами для обычной телеграфии, за девять лет до открытия Герца заметил, что на микрофон воздействует индукционная катушка, расположенная на некотором

расстоянии. Сам он придавал этому вопросу некоторое значение, но позволил другим ученым, более выдающимся, чем он сам в то время, отговорить себя от дальнейшего изучения этого открытия, которые считали, что это малоперспективная область для исследований. Если бы не влияние этих друзей, он, возможно, стал бы героем этой истории вместо Герца.

Профессор Сильванус Томсон сказал, что он тоже заметил искры, вылетевшие на расстоянии при разрядке лейденской банки, но он не претендует на превосходство над Герцем, поскольку, наблюдая это явление, он не уловил его реального значения, в то время как Герц, хотя и немного позже по времени, осознал его глубокое значение.

Сам Герц в своем отчете о своих экспериментах достаточно великодушен, чтобы утверждать, что, если бы он не открыл волны тогда, он совершенно уверен, что это сделал бы сэр Оливер Лодж.

Прежде чем перейти к описанию основного устройства, используемого в беспроводной станции, я хотел бы уделить немного места объяснению термина, который будет всплывать снова и снова и который обозначает то, что в основном отвечает за удивительные успехи, которых искусство передачи беспроводных сообщений достигло за последние несколько лет. Я имею в виду "резонанс".

Будет большим подспорьем, если читатель сам проведет простой и недорогой небольшой эксперимент. Протяните веревку горизонтально через всю комнату и привяжите к ней две другие веревки так, чтобы они свисали вертикально на небольшом расстоянии друг от друга. К концам двух ниточек привяжите несколько небольших предметов — на каждой отлично подойдет катушка для ваты. Таким образом, они образуют два маятника, и для начала они должны быть одинаковой длины. Соорудив все это, хорошенько раскачайте один маятник. Он будет передавать различные движения взад-вперед поддерживающей нити, которая, в свою очередь, передаст это движение другому маятнику. Таким образом, через очень короткое время второй маятник будет вибрировать так же, как первый. Действительно, все движение первого вскоре будет передано второму, так что второй будет раскачиваться, а первый неподвижен. Затем второй маятник повторно передаст свою энергию первому, и так будет продолжаться до тех пор, пока первоначальная энергия, отданная первому маятнику, не будет исчерпана. Следует обратить внимание на быстроту, с которой один маятник реагирует на импульсы, посылаемые ему другим, и на легкость, с которой энергия одного передается другому.

Теперь уменьшите длину одного маятника. При приведении первого в движение во втором наблюдается определенное нерегулярное спазматическое действие, но оно сильно отличается от "искренней" реакции в предыдущем случае. В первом случае второе существо отреагировало естественно и охотно на первое. Теперь оно реагирует крайне неохотно. Оно немного двигается, потому что его заставляют, но, по-видимому, не желает. Энергия должна быть *вложена* в него. Нет готовности, потому что между ними нет симпатии.

Эта симпатия между двумя равными маятниками называется "резонансом". То же самое происходит между двумя струнами скрипки или фортепиано, когда они "настроены".

Это объясняется тем, что маятник имеет определенную собственную частоту, которая зависит от его длины. Следовательно, другой маятник той же длины, устроенный так, как только что описано, подает на него импульсы именно с той частотой, которая для него естественна. Следовательно, эффект является кумулятивным, и он быстро реагирует. Импульсы на любой

другой частоте имеют тенденцию более или менее нейтрализовывать друг друга. Точно так же струна определенной длины и определенного натяжения имеет свою собственную частоту, и она будет реагировать на другую подобную струну, потому что другая посылает свои импульсы на своей собственной частоте.

Зафиксировано, что двигатель на заводе случайно заработал с точно такой же частотой вращения, что и собственная частота здания, в результате чего через некоторое время конструкция затряслась так сильно, что рухнула.

Теперь электрические цепи, в которых колеблются токи, имеют собственную частоту. Эта частота зависит от двух электрических свойств цепи: емкости и индуктивности. И если вы хотите вызвать электрические колебания в какой-либо цепи, вы можете лучше всего сделать это, подавая ей импульсы с интервалами, соответствующими ее собственной частоте.

Сэр Оливер Лодж, по-видимому, был первым, кто в полной мере оценил эффект резонанса в беспроводной телеграфии. Странно, что в Англии работа этого выдающегося человека в области "беспроводной связи" не получила более широкого признания. Когда беспроводный телеграф достиг той точки, когда общественность заинтересовалась им, Маркони только выходил на первый план, и поэтому его имя навсегда останется на первом месте в общественной оценке. На самом деле более чем выдающийся, поскольку в умах многих он монополизировал заслуги в этом изобретении. У многих людей сложилось впечатление, что он единственный или, во всяком случае, первый изобретатель беспроводного телеграфа.

Маркони проделал чрезвычайно ценную работу в этой области. Более того, он помог поставить дело на хорошую коммерческую основу. Но все равно он ни в коем случае не является оригинальным или единственным изобретателем. Признавая, что он замечательный человек, который творил чудеса, будет только справедливым сослаться на других, чей вклад в решение проблемы, возможно, не менее ценен. И мало кто из них может сравниться с сэром Оливером Лоджем.

Но вернемся к вопросу о резонансе. Сначала расстояния, на которые могли передаваться сообщения, были лишь небольшими. Теперь маркониграмму можно перебросить через полушарие. Сначала днем мало что удавалось сделать, работу приходилось выполнять в основном ночью. Теперь общение происходит как днем, так и ночью. Тем не менее, в принципе и во многих деталях инструменты не изменились по сравнению с тем, какими они были несколько лет назад. Основным источником всех этих улучшений является использование резонанса.

Для общего перечисления устройств, используемых для отправки и получения сообщений, будет полезен следующий список:—

Передающий конец

- (1) Антенна, состоящая из ряда проводов, поднятых на значительную высоту над землей.
- (2) Искровой промежуток, состоящий из ряда металлических шариков с зазорами между ними, внешние из которых соединены с антенной и индукционной катушкой.
- (3) Мощная индукционная катушка с батареями или другим источником тока для ее работы.

(4) Телеграфный ключ, с помощью которого индукционную катушку можно запускать и останавливать по желанию.

Принимающий конец

(1) Антенна, в точности похожая на другую.

(2) Когерер или другой "детектор колебаний".

(3) Принимающий прибор, которым может быть письменный телеграфный прибор, телефон, любой из ряда обычных телеграфных приборов или гальванометр.

Передающие и передающий приборы, разумеется, установлены на обоих концах, и любой из них может быть подключен к антенне по желанию простым движением переключателя.

Антенна играет роль одной из металлических пластин в генераторе Герца. Ранние эксперименты проводились с аппаратом Герца, но диапазон такого приспособления очень ограничен. Во-первых, он пренебрегает преимуществами земли. Мало кто осознает, какую важную роль земля играет в передаче беспроводных сообщений. Был сделан очень важный шаг, когда Маркони отказался от одной из пластин Герца и вместо нее использовал землю; в то время как другая пластина уступила место проводам, наиболее знакомой большинству людей части аппарата.

Таким образом, конденсатор образован землей в качестве одной пластины, приподнятыми проводами в качестве другой и промежуточным воздухом в качестве изолятора. "Мощность" такого устройства должна быть чрезвычайно мала, но она достаточна; в то время как длинные электрические линии, тянущиеся от высокой антенны к земле, производят волны огромной несущей мощности. Наконец, когда земля образует часть конденсатора, волны прилипают к ней, так что вместо того, чтобы в значительной степени рассеиваться в пространстве, они движутся вдоль поверхности земли. Преимущество этого очевидно.

Сначала было принято размещать разрядник в проводе, ведущем от антенны к земле, как показано на прилагаемом эскизе. Позже, однако, было обнаружено, что лучше поместить катушку и искровой промежуток в локальную цепь, в которой сначала возникают колебания. Эти колебания проходят через катушку, которая намотана на другую, подключенную к антенне и к земле, и, таким образом, локальные колебания, как мы могли бы их назвать, вызывают аналогичные колебания в антенне, точно так же, как колебания в одной части индукционной катушки вызывают колебания в другой. Действительно, катушка в локальной цепи и катушка в антенной цепи фактически представляют собой индукционную катушку.

Преимущество этого заключается в том, что за счет введения в колебательный контур конденсаторов, емкость которых можно изменять, и катушек, индуктивность которых можно изменять, становится возможным эффективно "настраивать" контуры. Таким образом, в игру вступает резонанс, и затраченная мощность может быть использована для достижения максимального эффекта.

Были предприняты некоторые попытки полностью заменить индукционную катушку в беспроводном телеграфе с помощью специально изготовленной динамо-машины. Эти

машины могут вырабатывать как переменный, так и постоянный ток, фактически динамо-машина переменного тока действительно проще, чем более знакомая машина постоянного тока. Трудность, однако, заключается в том, чтобы запустить ее достаточно быстро, чтобы производить достаточно быстрые изменения. Никола Тесла изготовил генератор переменного тока (чтобы дать динамо-машине переменного тока его краткое название), который мог производить 1500 чередований в секунду, в то время как мистер У. Дадделл изготовил генератор, производивший 120 000, но ни один из них не был удовлетворительным для рассматриваемой работы. Если бы такая машина была создана, это было бы бесценно, поскольку было бы очевидно, что она формировала бы непрерывную последовательность волн, а не последовательность коротких последовательностей волн, подобных тем, которые генерируются индукционной катушкой и искровым разрядником. Трудности связаны не с электричеством, а с механикой. Представляется сомнительным, что когда-либо будет создана машина, способная работать с достаточной скоростью, которая не развалилась бы на части за очень короткое время.

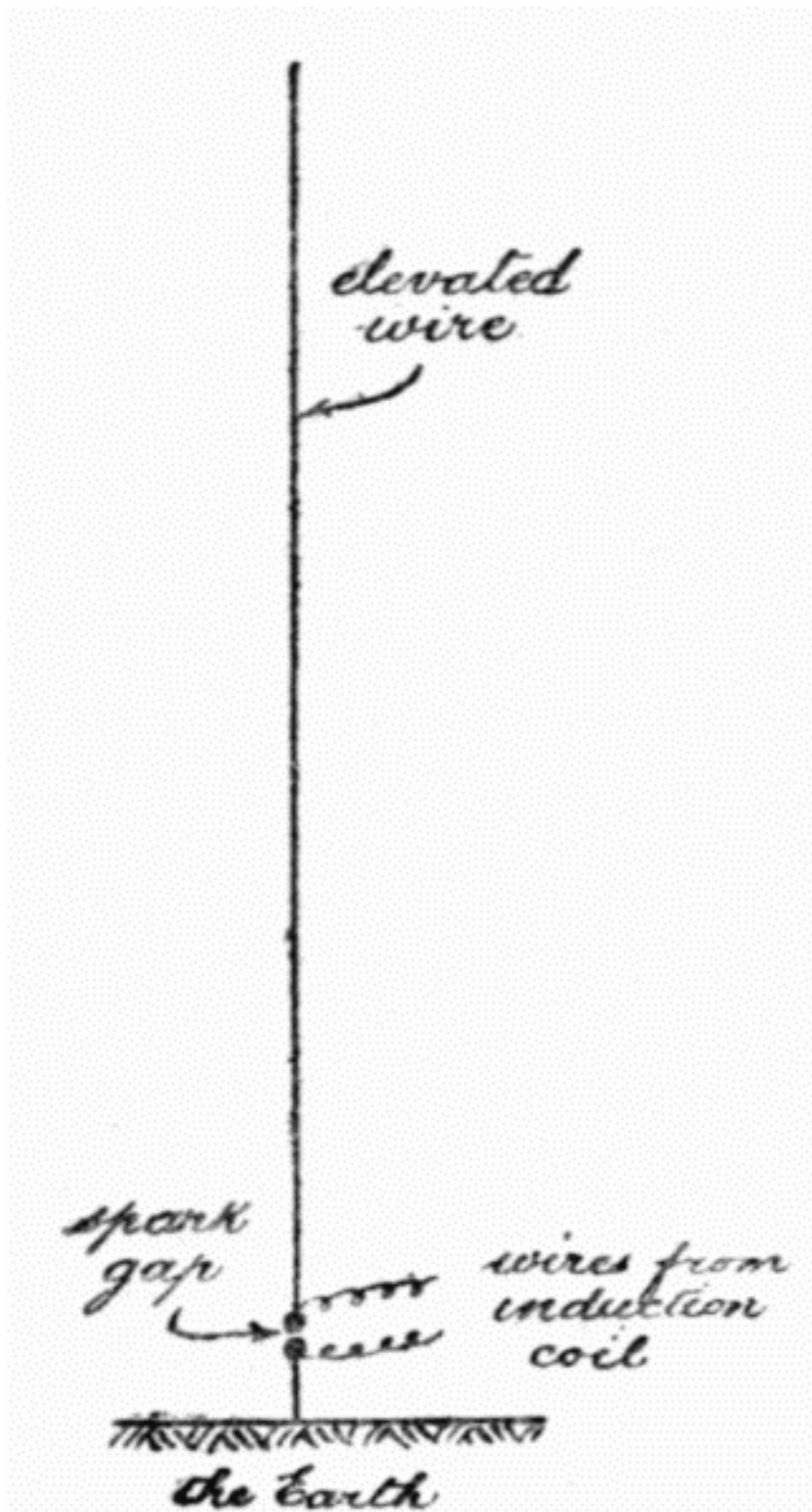


Рис. 11.Простейшая форма

беспроводной антенны.

Однако иногда используются небольшие генераторы переменного тока для подачи переменного тока на первичную обмотку индукционной катушки, или трансформатора, как его чаще называют из-за его больших размеров. Прерыватель необходим только тогда, когда

первичный ток постоянный — например, от батарей. Для переменного тока прерыватель не нужен, и это устраняет неудобства. Колебания со скоростью около сотни колебаний в секунду, которые являются вполне обычным явлением для генераторов переменного тока, - это как раз то, что необходимо для возбуждения индукционной катушки. Следовательно, небольшие машины такого типа можно найти на многих станциях.

Датский изобретатель Вальдемар Поульсен применил совершенно иной метод создания электрических колебаний, который является отличительной чертой его способа телеграфирования. Он использует любопытный эффект прохождения тока между двумя стержнями, один из которых углеродный, чтобы образовать дугу, подобную той, которую мы видим в дуговых лампах.

Мои читатели уже знакомы с термином "шунт" в связи с электрическими вопросами, и поэтому сразу поймут, что имеется в виду, когда говорится, что вторая цепь устроена как шунт для электрической дуги. Прилагаемая диаграмма в любом случае прояснит этот вопрос.

Ток поступает от аккумулятора или динамо-машины постоянного тока к полуму медному стержню, внутри которого, чтобы предотвратить его расплавление, постоянно циркулирует холодная вода. Оттуда ток перескакивает на угольный стержень, образуя дугу между двумя стержнями, и возвращается туда, откуда пришел. В своем путешествии он пересекает катушки электромагнита, полюса которого находятся по одному с каждой стороны дуги. Это приводит к задуванию электрической дуги, подобно тому, как порыв ветра задувает свечу, - эффект, который магнит всегда оказывает на электрическую дугу.

Шунт состоит из провода, ведущего от меди к угольному стержню со вставленным в него конденсатором и катушкой индуктивности. Последняя катушка также образует одну из частей той катушки, с помощью которой колебания в локальном контуре передаются на антенну.

Электрическое объяснение того, что происходит при подаче тока в устройство, подобное этому, слишком сложно, чтобы излагать его здесь. Это зависит от любопытного поведения электрической дуги. Это действительно проводник, но он ведет себя не так, как обычные проводники, и в результате непрерывный ток, протекающий по дуге, сопровождается колебательным током в шунтирующем контуре. И важной особенностью устройства является то, что эти колебания являются непрерывными, в одной длинной последовательности, а не в последовательности последовательностей. О преимуществах этого уже говорилось.

Следует упомянуть еще об одной особенности только что описанного устройства, поскольку обычному читателю она покажется любопытной. Для правильной работы необходимо, чтобы электрическая дуга была заключена в камеру, заполненную водородом или углеводородным газом. Обычно используется угольный газ.

Первоначальное открытие Герца заключалось в том, что можно было видеть, как маленькие искры проходят между концами изогнутого провода, когда на него падают электрические волны. Такие "искровые детекторы", как их называют, полезны в лаборатории, но не для практической телеграфии.

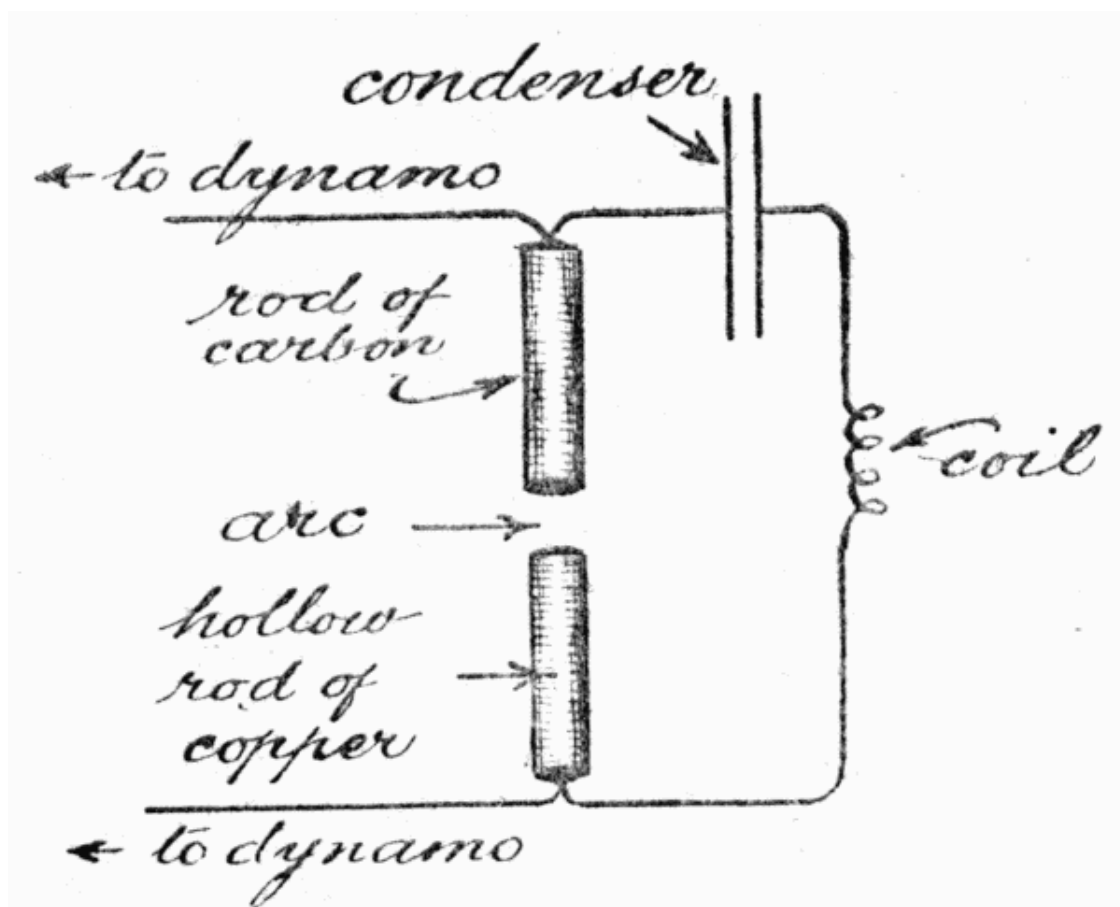


Рис. 12.— Схема

(упрощенная), показывающая, как Поульсен генерирует колебания. Ток от динамо-машины протекает по дуге, после чего токи проходят через конденсатор и катушку (как описано в тексте).

Несколько человек, кажется, заметили за прошедшие годы, что масса сыпучих металлических опилок, обычно очень плохой проводник электричества, стала гораздо лучшим проводником, когда поблизости произошел какой-то электрический разряд. Однако спрос на беспроводной приемник тогда еще не возник, и поэтому за открытиями не последовало продолжения. Следовательно, Бранли из Парижа в 1890 году предстояло заново открыть его. Он поместил несколько металлических опилок в стеклянную трубку, концы которой закрыл металлическими пробками. Неплотно прилегающие друг к другу опилки не пропускали бы ток маленькой батарейки от одной вилки к другой, но когда неподалеку возникала искра, они внезапно становились проводящими и пропускали ее. Через несколько лет после этого сэр Оливер Лодж подхватил идею создания приемника беспроводных сообщений и, полагая, что его действие обусловлено волнами, заставляющими опилки сцепляться друг с другом, назвал его "Когерером".

Маркони преуспел в создании очень изящной формы, хотя работал строго в тех же линиях.

Проблема когерера в том, что, когда он однажды становится проводящим, он остается таким до тех пор, пока опилки не будут встряхнуты. Поэтому Лодж устроил так, чтобы в трубку непрерывно ударяли с помощью часового механизма или механизма, подобного электрическому звонку. Маркони добился дальнейшего усовершенствования, заставив ток, проходящий через когерер,

управлять ударным механизмом, так что последний обычно работает бесшумно, но в нужный момент производит одно или два нажатия.

Сэр Оливер Лодж и доктор Мьюирхед изобрели другой детектор, который, хотя и сильно отличается по форме, на самом деле практически такой же по принципу. Стальной диск с острым лезвием, похожим на нож, предназначен для вращения над сосудом со ртутью. Лезвие просто касается ртути, но не более. На поверхности ртути плавает тонкий слой масла, плохой проводник. Теперь, когда диск вращается, на его краю образуется масляная пленка, которую он уносит вниз, в ртуть. Пленка прилипает настолько плотно, что не позволяет движущемуся диску фактически соприкоснуться с жидким металлом. Таким образом, при нормальных условиях они электрически изолированы друг от друга масляной пленкой, и никакой ток не может пройти от ртути к диску. Однако колебания, вызванные входящими электрическими волнами, способны пробиваться сквозь масляную пленку и таким образом приводить диск в соприкосновение с ртутью, после чего протекает ток. Постоянное движение диска восстанавливает масляную пленку, как только колебания прекращаются.

Причина, по которой эти детекторы действуют именно так, не совсем понятна. Одно из предложенных объяснений состоит в том, что колеблющиеся токи нагревают частицы и таким образом частично сваривают их вместе. Другой заключается в том, что соседние частицы заряжаются, как пластины миниатюрного конденсатора, и поэтому плотно притягиваются друг к другу, как пластины в электростатическом вольтметре притягиваются друг к другу. Предположим, что первоначальная непроводимость сыпучих опилок обусловлена воздушной пленкой, которая может их окружать, любая из этих причин привела бы к разрыву или выдавливанию пленки, что привело бы к лучшему контакту и повышению проводящей способности. Но обоим предположениям, по-видимому, противоречит тот факт, что если контактирующие кусочки состоят из определенных веществ, то когерер работает противоположным образом. В этих условиях проводимость обычно хорошая, но влияние входящих волн приводит к тому, что она становится плохой.

В 1896 году профессор Резерфорд, ныне из Манчестера, описал некоторые сделанные им открытия относительно магнитных эффектов колебаний. Простое маленькое приспособление, которое он сконструировал, приводилось в действие разрядом катушки на расстоянии полумили, что по тем временам было отличной производительностью. Этот детектор представлял собой просто электромагнит со стальным сердечником вместо обычного сердечника из мягкого железа. Причина, по которой последний используется в обычном магните, заключается в том, что он теряет свой магнетизм в тот момент, когда ток перестает проходить через катушку, которой он окружен, в то время как стальной сердечник сохраняет свой магнетизм. Для большинства целей стальной сердечник сделал бы электромагнит бесполезным, но в данном случае было желательно, чтобы сердечник был постоянно намагничен. Таким образом, сначала через катушку пропускали ток для намагничивания сердечника, а затем катушку подключали к простой форме антенны, в то время как качающийся магнит подносили поближе, чтобы была видна магнитная мощность сердечника и любое изменение делалось очевидным. Эффект разряда на расстоянии полумили заключался в том, что сердцевина *слегка размагничивалась*. Это было показано по движению качающегося магнита, и так был найден первый "магнитный детектор".

Но здесь, возможно, мне следует объяснить использование антенны на приемной станции — ее функция на передающем конце уже была разъяснена. Электромагнитные волны, исходящие от удаленного передатчика, ударяются о приемную антенну и при этом *создают в ней колебания, подобные тем, которые приводят их в движение*. На каждое колебание в передающей антенне будет приходиться другое, аналогичное во всех отношениях, за исключением того, что оно будет слабее, в приемной антенне. И колебания здесь подводятся к детектору, какой бы формы он ни был, и в нем они дают о себе знать.

В некоторых случаях в качестве детектора использовался термогальванометр Дадделла, в котором колебательные токи регистрируются непосредственно. В когерерах детектор работает, заставляя колебательные токи управлять постоянным током от батареи, и именно последняя фактически подает сигнал, но существует ряд чрезвычайно интересных средств, которые были изобретены для обнаружения колебательных токов по их нагревательному эффекту.

Р. А. Фессенден, например, усовершенствовал один из них, который является чудом тонкой работы. Он зависит от нагрева провода проходящими по нему токами. Такой нагрев является результатом воздействия электрической силы на сопротивление, и трудность заключается в том, что если сопротивление будет большим, оно почти полностью устранил слабые колебательные силы в приемной антенне, в то время как если, с другой стороны, оно будет небольшим, повышение температуры будет незначительным. Поэтому он помещает тонкую платиновую нить в стеклянную колбу, из которой выпускается воздух. Платиновая проволока прежде всего вставляется в серебряную проволоку: фактически серебряная проволока имеет платиновую сердцевину. Затем составную проволоку протягивают вниз до тех пор, пока она не станет настолько тонкой, что платиновый сердечник будет иметь всего полторы тысячных дюйма в диаметре. Короткий отрезок этой составной проволоки затем сгибается в U-образную петлю, а ее концы соединяются с более толстыми проволоками. Наконец, нижняя часть петли погружается в азотную кислоту, которая разъедает серебро в этом месте и оставляет голую платину. Таким образом получается очень короткая (несколько миллиметров) чрезвычайно тонкая платиновая проволока, поддерживаемая на своих концах сравнительно толстыми проволоками.

Будучи таким коротким, этот провод не оказывает большого сопротивления и, следовательно, существенно не сдерживает колебания. В то же время, поскольку он такой тонкий, он оказывает некоторое сопротивление, и, наконец, поскольку выделяемое тепло будет находиться в чрезвычайно малом пространстве, оно будет ощутимо там. Телефон устроен так, что его ток также проходит по тонкому проводу, и каждое незначительное изменение температуры платинового провода, изменяя его сопротивление, изменяет ток, проходящий через телефон. И чрезвычайно незначительные изменения могут быть обнаружены по звуку в телефоне. Таким образом, колебания, генерируемые антенной, влияют на нагрев провода; это влияет на его сопротивление; и это снова влияет на телефон, который, наконец, воздействует на ухо любого, кто его слушает. Однако следует понимать, что это не радиотелефон, поскольку слышимые звуки являются не членораздельными, а просто длинными и короткими звуками, представляющими точки и тире "Азбуки Морзе".

Электролиз дает нам еще одну форму детектора. Чрезвычайно тонкая платиновая проволока образует один электрод, а большая свинцовая пластина - другой, и оба погружены в разбавленную кислоту. Прохождение тока от местной батареи запускает электролиз и, таким

образом, прекращается само по себе, образуя пленку кислорода на маленьком электроде. Эта пленка, однако, разрушается колебательными токами от антенны, так что до тех пор, пока они поступают, ток от батареи может течь, но как только они прекращаются, ток от батареи снова прекращается. Таким образом, протекание и прекращение колебательных токов в точности копируется током от батареи, который подается через телефон или чувствительный гальванометр.

Читателям, возможно, придет в голову поинтересоваться, почему колебательные токи не передаются непосредственно на гальванометр. Ответ заключается в том, что из-за того, что они колеблются, использование очень чувствительного гальванометра невозможно.

Правда, в этой связи упоминался термогальванометр Дадделла, но, хотя это красивый инструмент, он не может сравниться по изяществу с гальванометрами постоянного тока. Последние легко становятся в *сотни тысяч раз* более чувствительными. Но проблему можно преодолеть, "выпрямив" колеблющиеся токи, пропустив их через "однонаправленный" проводник - тот, который пропускает ток только в одну сторону. Они напоминают турникет, установленный в определенных общественных местах, который выпускает вас, но не впускает, пока вы не заплатите. На самом деле они вообще не пустят вас *внутрь*. Подобным образом "выпрямители" пропускают только те токи, которые текут в одном направлении, и поэтому они отключают все альтернативные колебания, производя таким образом нечто очень похожее на непрерывный ток, который может быть обнаружен очень тонкими гальванометрами, которые можно использовать там, где речь идет о непрерывных токах, или, чаще всего, телефонной трубкой. Выпрямляющие проводники во многих случаях представляют собой кристаллы, поэтому эти детекторы называются "кристаллическими детекторами". Карборунд является предпочтительным материалом для этой цели.

И это подводит нас к важному вопросу о секретности беспроводной связи и мерах, принимаемых для предотвращения путаницы из-за количества независимых сообщений, одновременно передаваемых по воздуху.

Этого можно в значительной степени достичь с помощью резонанса. Цепочки волн, отбрасываемых одной антенной, могут воздействовать на несколько других антенн, но если последние не настроены на передающее устройство, на них, вероятно, не будет оказано заметного воздействия. Однако позвольте одному из них настроиться, и он легко уловит сообщение, которое не замечают остальные. Это похоже на то, как если бы три человека, наблюдающие за удаленной лампой, страдали дальтонизмом, который сделал их практически слепыми ко всем цветам, кроме одного. Предположим, что один может видеть только красный, другой - синий, а третий - желтый. Свет, проходящий через синее стекло, лишенное всех лучей, кроме голубых, был бы виден только тому человеку, который мог видеть синий цвет. Человек, способный видеть синий цвет, точно так же был бы совершенно слеп к свету, проходящему через красное или желтое стекло. Фактически, каждому из них можно было подать сигнал совершенно независимо от других, просто посылая ему лучи того цвета, к которому были чувствительны его глаза. Точно таким же образом каждый беспроводной приемник является или может быть сделан наиболее чувствительным к волнам определенной длины и практически слепым ко всем остальным. Оператор может настроить свой аппарат на определенные заранее установленные длины волн, и таким образом он может тайно связываться со станциями, длина волны которых ему известна. Изменение, конечно, производится путем изменения емкости, или

индуктивности, или и того, и другого. Приборы могут быть откалиброваны таким образом, что внести изменения будет довольно легко.

Затем антенны могут быть сконструированы таким образом, чтобы сообщения могли приниматься с наибольшей готовностью с одного конкретного направления. В других случаях они могут быть получены с любого направления, но направление можно определить. Это, как легко заметить, имеет большое значение для судов в тумане.

Антенны, состоящие из короткой вертикальной и длинной горизонтальной частей, лучше всего излучают в том направлении, в противоположность которому направлена их горизонтальная часть. Это имеет большое преимущество на станциях, которые построены специально для связи с другими конкретными станциями. В таких случаях антенна тщательно сконструирована таким образом, чтобы указывать в требуемом направлении. Такие антенны также легче принимают те сигналы, которые поступают с направления, в противоположном от которого они направлены.

Уже упоминался интересный факт, что беспроводная связь проще осуществлять ночью, чем днем. Вероятно, это происходит из-за "ионизации" атмосферы под действием солнечного света. Наряду с видимым солнечным светом к нам от солнца поступает некоторое количество света, известное как "ультрафиолетовое излучение", поскольку оно проявляет свое действие в спектре солнечного света за пределами фиолетового, который является пределом видимости на одном конце спектра. Мы не можем этого видеть, но он сильно воздействует на фотопластинки. Он обладает мощными химическими свойствами и способен делать воздух более проводящим, чем обычно. Сравнительно небольшая его часть проникает в нашу атмосферу, но он должен оказывать значительное влияние немного выше. Теперь читатели, наверное, помнят, что процесс распространения электромагнитных волн проверяется, когда волны ударяются о проводник. Энергия волн затем используется для создания токов в проводнике, вместо того чтобы формировать больше волн. Таким образом, частично проводящий воздух образует частичный барьер для волн. Эффект не замечен в случае крошечных волн света и тепла, но он есть в случае длинных "беспроводных волн". Каждый видел волны приближающегося прилива, набегающие на песчаный пляж, и замечал, как сухой песок (хороший проводник воды) всасывает и уничтожает переднюю рябь. Подобным образом беспроводные волны "всасываются" частично проводящей атмосферой. Но эффект ультрафиолетового излучения длится недолго, и поэтому в ночное время он исчезает. Поэтому сообщения лучше отправлять ночью, чем днем.

Для беспроводной *телефонии* требуется непрерывная последовательность волн, например, от "дуги Поульсена", и приемник магнитного типа. Когерер для этой цели не подходит, поскольку он либо полностью останавливает ток, либо позволяет ему протекать обильно. Однако магнитные детекторы реагируют на колебания силы поступающих волн. По мере увеличения или уменьшения силы последнего магнитный детектор выдает более сильные или более слабые сигналы. Таким образом, телефонный передатчик обычного типа сконструирован таким образом, чтобы изменять силу колебаний на передающем конце, в то время как обычная телефонная трубка размещена последовательно с детектором на приемном конце. Таким образом, каждое незначительное изменение, соответствующее звуковым волнам, передаваемым в передатчик, воспроизводится в приемнике.

Странно, что беспроводная телефония не достигла большего прогресса, поскольку, по словам одного из величайших авторитетов, можно сказать, что беспроводная телефония проще, чем

телефония по подводному кабелю. В последнем случае возникают почти непреодолимые препятствия, вызванные емкостью и индуктивностью цепи, в то время как в беспроводном методе трудностей очень мало.

Конечно, существует несколько так называемых "систем" беспроводной телеграфии. В Великобритании есть Marconi; в британском военно-морском флоте - секретная система адмиралтейства; в Соединенных Штатах - De Forest; в Германии - Telefunken, не говоря уже о многообещающей системе Поульсена. И есть еще другие. Но было бы тщетно пытаться объяснить, чем они отличаются друг от друга в таком производстве, как это. В принципе, они похожи. Точные формы используемого инструмента могут различаться, но даже в этом между ними есть много общего. С течением времени неизбежно будет наблюдаться тенденция ко все большему единообразию. Так бывает всегда, поскольку некоторые вещи по своей сути лучше других, и конкурирующие системы, хотя каждая из них работает по-своему, в конечном итоге всегда приводят к примерно одному и тому же результату. Не проводя никаких сравнений, можно с уверенностью сказать, что если система Telefunken, например, имеет какие-либо преимущества перед Marconi, то последние рано или поздно обнаружат этот факт и соответствующим образом модифицируют свой аппарат. По всей вероятности, это будет действовать в обоих направлениях, и некоторые вещи, которые сейчас использует немецкая система, уступят место тем, которые действуют в Великобритании.

В другой очень современной отрасли это очень очевидно. Посетив и внимательно изучив несколько ежегодных выставок летательных аппаратов, я с большим интересом заметил, как различные типы, существовавшие несколько лет назад, сливаются в более или менее однородные современные типы. То же самое было и с беспроволочным телеграфом, и в будущем будет еще больше.

Лучший способ генерирования волн и лучший способ их обнаружения на расстоянии — вот и вся проблема, и все, кто занимается этим, рано или поздно придут к примерно одинаковым выводам относительно того, какие способы являются лучшими.

Патенты могут немного отсрочить это, но не сильно. Во-первых, срок действия патентов составляет всего несколько лет. С другой стороны, патент распространяется только на определенный способ выполнения определенной задачи. Машина, которая называется "патентом", часто является объектом сотни патентов, каждый из которых охватывает определенный небольшой пункт. Запатентовать целую машину практически невозможно. Общий принцип не может быть запатентован, только конкретное применение этого принципа, и поэтому в огромном количестве случаев существуют небольшие вариации запатентованного метода, которые ничуть не уступают запатентованному и которые можно использовать свободно. Так что даже патенты, по всей вероятности, не окажут большого влияния на этот процесс унификации.

Но, как бы то ни было, нет никаких сомнений в том, что весь мир в глубоком долгу перед людьми, разработавшими это самое благотворное из изобретений. Трудно представить себе хоть один проект, который когда-либо приносил такое количество пользы бедному, борющемуся человечеству, как этот. Терпящий бедствие корабль, служитель маяка на своем одиноком островке, исследователь в полярных регионах, первопроходец на новых землях — фактически, просто те, кто больше всего нуждается в каком-то связующем звене со своими собратьями, - вот

люди, которым беспроводной телеграф приносит помощь и утешение. Вся честь людям, которые это сделали.

ГЛАВА XIII

КАК МОЖНО ОТПРАВЛЯТЬ ФОТОГРАФИИ ПО ПОЧТЕ

Отправку сообщения по телеграфу легко понять. Различные комбинации двух простых знаков, таких как короткие и длинные звуки, могут быть легко составлены для обозначения букв, с помощью которых можно произносить слова.

Передача звука по проводу также не предъявляет слишком больших требований к доверчивости. Все мы знаем, что звук состоит из бесчисленных маленьких волн в воздухе, и с помощью простейших устройств они могут быть преобразованы в колебания электрического тока, которые столь же простыми способами могут быть преобразованы обратно в звуковые волны на другом конце.

Но передать картинку - это совсем другое дело. Это кажется едва ли возможным в случае рисунка, такого как набросок пером и тушью, который состоит из сравнительно небольшого количества четких линий; но с заштрихованным наброском или фотографией, с ее градациями света и тени, передать такое казалось бы невозможным, если бы мы не знали, что это было сделано. Таким образом, описание методов составит небезынтересную тему для отдельной главы.

Следует отметить, что попытка в этом направлении была предпринята много лет назад человеком по имени Казелли, и описание этого пионерского устройства послужит хорошим введением в более поздние разработки.

На рис. 13 мы видим квадрат, представляющий собой лист фольги, на котором непроводящими чернилами нарисована простая геометрическая фигура. Чернилами может быть жир или шеллак, действительно, существует множество веществ, которые можно использовать в качестве изолирующих чернил. Поперек квадрата нанесено несколько параллельных пунктирных линий, но они, следует понимать, на самом деле нарисованы не на фольге — их назначение станет очевидным через мгновение.

Предположим, что мы подсоединяем фольгу к одному полюсу батарейки, а другой полюс гибким проводом - к металлической ручке или стилусу. Если мы поместим острие пера в соприкосновение с фольгой, то создадим замкнутую цепь, по которой, конечно же, будет протекать ток. Но если мы прикоснемся им к одной из непроводящих линий, тока не будет.

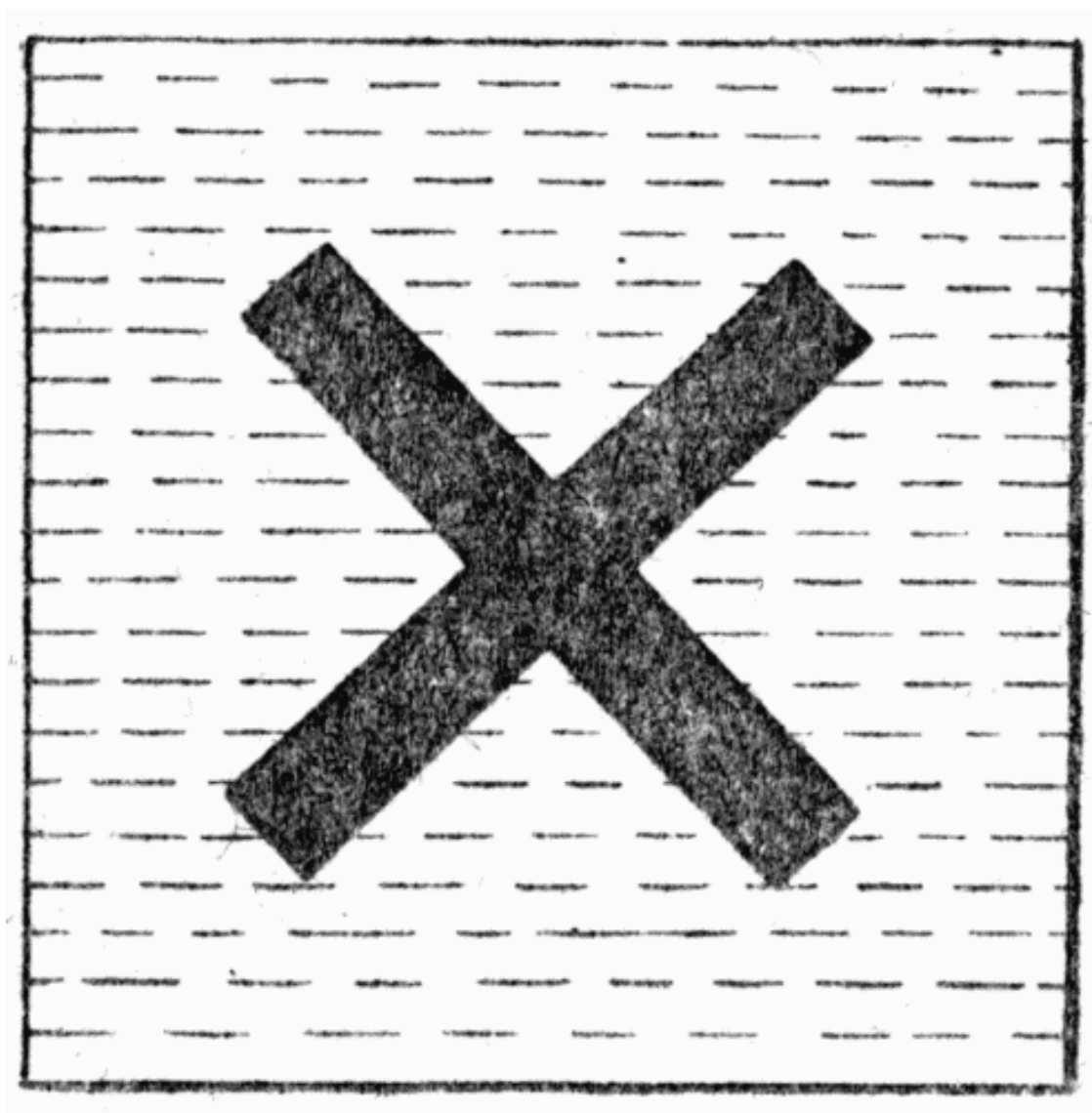


Рис. 13

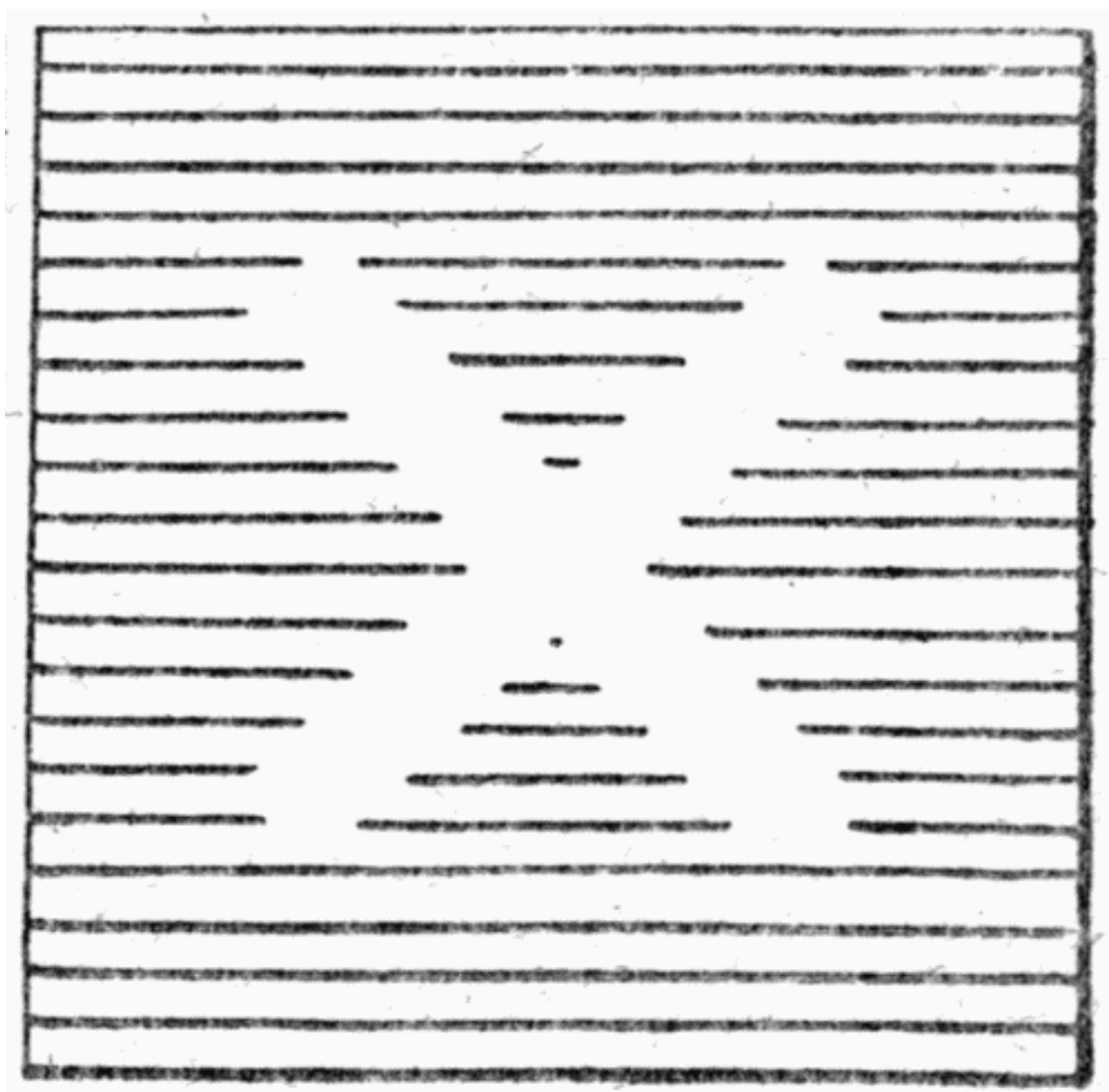


Рис. 14

Затем, взяв линейку, проведем острием стилуса по фольге ряд параллельных прямых линий. Именно эти движения стилуса предназначены для обозначения пунктирных линий. Почти все время будет течь ток, но всякий раз, когда перо пересекает одну из линий непроводящих чернил, это будет на мгновение прекращаться. Таким образом, читатель начнет понимать, что мы получаем то, что можно назвать электрическим изображением рисунка, нарисованного на фольге.

А теперь давайте обратимся к рис. 14. Там тоже есть квадрат, но в данном случае это не фольга, а бумага, пропитанная пруссиатом калия. Причина введения этого химического вещества заключается в том, что оно чувствительно к электрическому воздействию. Везде, где через него проходит ток, он превращается в берлинскую лазурь, так что если мы приложим кончик ручки к бумаге и заставим ток течь из этой точки через бумагу, то получим синюю точку. Если, пока течет ток, мы проведем ручкой вдоль него, то получим синюю линию.

Таким образом, на рис. 13 в принципе представлено передающее устройство пишущего телеграфа Казелли, в то время как на рис. 14 представлено принимающее устройство. Две ручки соединены вместе основным проводом таким образом, что, когда кончик одной из них

соприкасается с голой фольгой, ток вытекает из другой на бумагу; но когда первая пересекает чернильную линию, весь ток прекращается.

Если, таким образом, в то время как направляющая ручка проводит строчку за строчкой по фольге, другая ручка проводит с той же скоростью строчку за строчкой по химически подготовленной бумаге, мы получим на последней серию линий, как показано на рис. 14, почти непрерывных, но прерывистых кое-где. Каждая полочка представляет собой прохождение направляющей ручкой по линии, и вместе взятые, как будет видно, они представляют собой воспроизведение геометрической фигуры, нарисованной на фольге. Как показано, линии расположены довольно далеко друг от друга, и поэтому воспроизведение получилось не очень хорошим. Однако они нарисованы так только для того, чтобы принцип был показан более четко. Их можно нарисовать так, чтобы они накладывались друг на друга, и тогда эффект будет намного лучше, поскольку полученное изображение будет почти точным воспроизведением другого.

Следует заметить, что важным условием успеха этого метода является то, что две ручки должны двигаться в совершенном унисоне, и в этом заключалась большая трудность. Казелли использовал систему маятников - лучшее, что было доступно в то время.

На фотографическом языке репродукция является негативной, несколько неудовлетворительной чертой метода. Однако простая модификация электрических соединений изменит ситуацию, так что воспроизведение будет положительным. Существует два способа отключения тока от любой конкретной цепи. Первый заключается в том, чтобы установить сопротивление, через которое ток не может проходить в заметном количестве, а другой заключается в том, чтобы обеспечить второй путь для тока, настолько более простой, чем первый, что практически весь ток будет проходить этим путем, оставляя первую цепь, по сути, свободной. Это как если бы фермер хотел остановить людей, проходящих через определенное поле. Перед ним были бы открыты два способа: один - воздвигнуть высокие ворота, через которые никто не осмелился бы перелезть, а другой - обеспечить короткий путь, настолько более приятный и удобный, чем старая тропа, что никому, у кого был выбор из двух путей, и в голову не пришло бы идти старой дорогой.

То, что фермер называл бы коротким замыканием, электрик называет коротким замыканием, а короткое замыкание часто является более удобным способом отключения тока, чем выключатель, который устанавливает сопротивление. Во всяком случае, в подобном случае короткое замыкание позволяет осуществить то, что было бы очень сложно любым другим способом.

В устройстве, как уже описывалось, батарея должна была пропускать ток по длинному проводу, заканчивающемуся на удаленном приемном приборе, откуда ток возвращался через землю. Фольга и ручка, действуя как своего рода электрический "кран", управляли этим. Когда фольга и ручка соприкасались, кран открывался и протекал ток. Когда линия непроводящих чернил образовалась сама собой, кран был перекрыт, и поток прекратился.

Но подсоедините батарейку непосредственно к проводу, а фольгу и ручку подключите к короткому ответвлению, и все получится наоборот. Затем открытие "отвода" направило ток на другой конец; теперь открытие отвода заставляет его течь по короткому ответвлению и покидать основной провод. Затем закрытие крана остановило ток, достигающий дальнего конца; теперь это заставляет его делать это. Фактически, все действие устройства полностью меняется на

обратное, и оголенные участки фольги становятся представленными чистой бумагой, в то время как изолирующие линии оставляют метки. Короче говоря, положительный результат вместо отрицательного.

Таков был план Казелли много лет назад. Он упоминается здесь довольно подробно, поскольку его принцип в значительной степени повторно используется в улучшенной форме в наиболее успешных современных устройствах для аналогичной цели.

Несомненно, это была превосходная схема, простая и эффективная, которая должна была увенчаться успехом; но этого не произошло по той достаточной причине, что в то время знание электричества и умение создавать тонкие механизмы не были развиты так высоко, как сегодня. Для успеха, как уже было сказано, была важна одна вещь, которую очень трудно было добиться, — идеальная синхронизация между одним стилусом и другим. Если одно хотя бы в малейшей степени "отставало" от другого, неудача следовала неизбежно.

Таким образом, электрическая передача эскизов на некоторое время прекратилась. Совсем недавно совершенно успешное решение проблемы было найдено совершенно другим способом. К этому устройству, сначала называвшемуся телеавтографом, но теперь известному как телепрограмма, будет удобнее обращаться позже.

Из современных систем передачи изображений наиболее удачными, вероятно, являются телеавтограф Korn и телектрограф Торна-Бейкера.

Оба они способны передавать очень точные воспроизведения фотографий, помимо линейных рисунков. Сложность с фотографиями, конечно, в том, что многие их части не имеют одинаковой черноты или белизны, а постепенно переходят из одной в другую. Возьмем случай с простым портретом. Часть лица объекта съемки будет чисто белой, в то время как сторона, находящаяся в тени, будет сравнительно темной. Между ними нет четкой границы, но путем градации бесконечного числа оттенков один переходит в другой. Как можно передать это более или менее механически по проводу? Решение связано с тем, что при правильном подборе оттенков для глаз происходит постепенное смешивание нескольких совершенно разных оттенков. На самом деле изменение происходит шаг за шагом, но эффект, по-видимому, довольно непрерывный. Это можно увидеть на "полутонных" иллюстрациях в этой книге. При ближайшем рассмотрении вы увидите, что такая картинка разрезана на маленькие квадратики. В чисто белой части квадраты невидимы, в то время как в совершенно черных частях, если таковые имеются, они настолько сливаются друг с другом, что становятся неразделимыми. Но повсюду на картинке вы увидите квадраты, каждый с точкой посередине. В более темных частях точки большие, в более светлых - маленькие. Мы получаем эффект почти цветности, хотя рисунок выполнен полностью черными чернилами. Глаз не видит отдельных точек, когда мы просто смотрим на рисунок; мы должны очень внимательно рассмотреть его, чтобы найти их. И все же они присутствуют постоянно, и это просто особое действие глаза, которое видит красивые полутона, незаметно переходящие одно в другое, тогда как на самом деле существует лишь огромное количество равноудаленных точек, все одинаково черные.

Таким образом, мы видим, что изображение любого типа можно разделить на несколько маленьких квадратов и рассматривать каждый квадрат как одинаково темный по всей длине. Затем, если мы сможем передать по проводам эту конкретную степень темноты на удаленную станцию, где мелкие детали можно будет сложить вместе в надлежащем порядке и придать им

правильный оттенок, картинка, построенная на принимающей стороне, будет примерно такой же, как на отправляющей. И нам нужно только сделать размер каждого отдельного квадрата достаточно маленьким, чтобы получить копию, которая действительно будет очень сильно напоминать оригинал.

В самом начале было предложено передавать изображения обычным телеграфом, используя этот принцип. Предложение состояло в том, чтобы согласовать код из двадцати шести оттенков, каждый из которых называется буквой алфавита. Один оттенок должен был быть *a*, следующий - *b*, и так далее. Затем рисунок должен был быть разделен на квадраты, и определенный оттенок каждого квадрата обозначался соответствующей буквой. Переданные таким образом оттенки должны были быть собраны вместе на принимающей стороне по заранее разработанной системе, и таким образом должна была сложиться картина. При наличии достаточного количества времени эта схема могла бы быть умеренно успешной, но для получения действительно хорошей репродукции разбиение должно быть настолько мелким, а количество квадратов, следовательно, таким огромным, что было бы быстрее отправить снимок поездом, чем передавать его по телеграфу такими трудоемкими способами. В довольно грубом полутоновом блоке квадраты составляют, скажем, 2500 на квадратный дюйм. Следовательно, такое количество букв пришлось бы передавать по телеграфу на каждый квадратный дюйм передаваемого изображения, не говоря уже о трудности создания изображения из такого большого количества частей и придания каждой желаемого оттенка. Эта идея, хотя и несостоятельная в своей грубой форме, очень ясно иллюстрирует фундаментальный принцип, на основе которого выполнена эта работа.

Проблема на самом деле заключается в том, чтобы разработать машину, которая будет делать то же самое быстро и автоматически, разделяя оригинал на большое количество квадратов, а затем посылать электрический ток для представления каждого квадрата, причем такой ток по своей силе будет указывать оттенок квадрата: и, наконец, необходим аналогичный инструмент, который будет действовать как приемник и воспроизводить эти квадраты в правильном порядке, придавая каждому правильный оттенок.

Практически во всех из них механизм вращающийся, оригинал помещается на барабан, который вращается под грифелем или его эквивалентом, в то время как грифель постепенно перемещается из конца в конец на манер иглы фонографа, или же тот же результат достигается за счет того, что сам барабан имеет не только вращательное, но и продольное движение. Принимающий инструмент имеет схожую форму, и оба должны начинаться вместе, двигаться с одинаковой скоростью и действительно сохранять идеальное соответствие друг другу.

Если расстояние между ними велико, могут возникнуть трудности из-за "замедления" токов, проходящих между ними. Электричество не проходит по длинным проводам, особенно если они находятся под водой, с такой скоростью, как мы склонны думать. По короткой линии и при благоприятных обстоятельствах получение телеграфного сигнала на дальнем конце происходит практически мгновенно, но на длинных линиях и при определенных условиях это далеко не так.

Затем необходимо что-то сделать, чтобы ускорить действие тока, иначе необходимо заставить принимающий барабан отставать от передающего на требуемую величину. В некоторых случаях передающее устройство также теряет немного времени на передачу токов, и это тоже следует учитывать, так что, учитывая все обстоятельства, читатель увидит, что успешное решение этой проблемы сопряжено со многими незначительными трудностями, которые, вероятно, оценят

только те, кто хорошо знаком по печальному опыту с небольшими причудами как электричества, так и механических устройств. Ни один из них не делает совсем того, чего мы хотим; каждый страдает от мелких недостатков, которые в случае подобной деликатной задачи, когда разница в сотую долю секунды была бы фатальной для успеха, создают трудности, почти непреодолимые.

Для передачи линейных рисунков профессор Корн использует передающий прибор, очень похожий на прибор Казелли. Рисунок нанесен вручную или фотографически на лист медной фольги, который закреплен вокруг вращающегося цилиндра, причем линии выполнены из непроводящего материала. Когда фольга наэлектризована, а стилус подключен к "линии" или основному проводу, ток проходит к дальнему концу точно так же, как в старом аппарате.

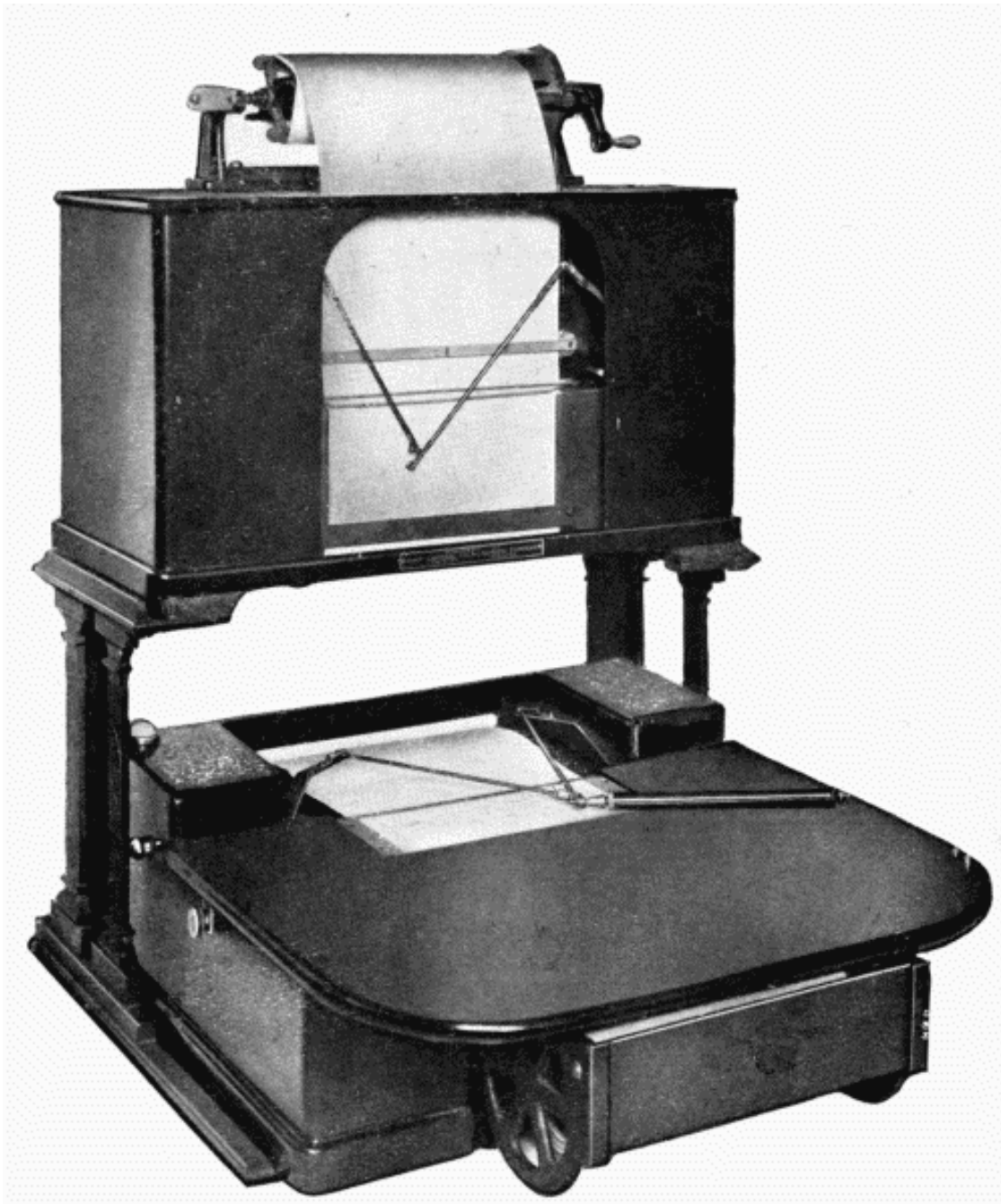
С приемной стороны барабан покрыт фотобумагой и заключен в светонепроницаемую коробку. Через отверстие в этой коробке проходит тонкий пучок света от лампы, при этом используются подходящие линзы для обеспечения того, чтобы карандаш имел, так сказать, очень тонкое острие, создавая на бумаге очень маленькое световое пятно. Если свет остается достаточно ровным, а барабан тем временем вращается, им на бумаге будет нарисована линия, которая будет видна при проявке последней. Поскольку барабан не только вращается вокруг своей оси, но и перемещается в поперечном направлении на сотую долю дюйма при каждом обороте, эта линия будет представлять собой спираль, витки которой будут находиться на расстоянии одной сотой дюйма друг от друга. Таким образом, бумага будет затемнена практически равномерно по всей поверхности. Однако, если интенсивность света меняется, линия иногда будет светлее, чем в других местах, в то время как, если ее на мгновение полностью обрезать, в линии появится соответствующий промежуток, и легко видеть, что если эти более светлые части или промежутки окажутся в правильных местах, они сформируют рисунок. Другими словами, управляя этим светом, мы можем создавать изображение на бумаге. Вопрос в том, как им управлять.

Профессор Корн использует уже описанную форму гальванометра Эйнтховена. Вместо посеребренного волокна, обычно используемого в этом инструменте, установлена серебряная проволока, движение которой частично или полностью перекрывает луч света.

Передачик Корн для фотографий совершенно другой, хотя приемник практически такой же, как только что описанный. В основе этого лежит особая сила, которой обладает металл селен в определенном состоянии. Он, как и все металлы, является проводником электричества, но, конечно, в некоторой степени оказывает сопротивление. Теперь особенностью селена является то, что его сопротивление снижается, если на него попадает свет. Предположим, тогда, что через массу селена протекает ток и что последний внезапно ярко загорается, сопротивление сразу же упадет, а ток увеличится. С другой стороны, если свет, падающий на селен, уменьшится, его сопротивление увеличится, а ток, протекающий через него, уменьшится. Короче говоря, при подходящем расположении ток, протекающий в цепи, частью которой является селеновый "элемент", будет увеличиваться или уменьшаться с увеличением или уменьшением света, падающего на элемент.

Некоторое время назад газеты рассказывали поразительные истории о способе, с помощью которого слепые люди, как утверждалось, получали компенсацию за потерю зрения — им как бы давалось новое чувство, с помощью которого они могли "слышать" свет, даже если не могли его видеть. Все это имело отношение к этому любопытному свойству селена, поскольку,

конечно, несомненным фактом было то, что он изменяет электрический ток в соответствии с изменениями освещенности, и если этот ток пропустить через телефонную трубку, человек, поднеся ее к уху, мог, в некотором смысле, услышать изменения освещенности.



Пишущая

машинка

Этот замечательный инструмент передает фактический текст и рисунки, принимающее перо точно копирует движения передающего пера

В фотоприемнике Korn селен используется следующим образом: —Делается прозрачная фотография на целлулоидной или желатиновой пленке, и она закрепляется на стеклянном

цилиндре, установленном, как уже описано. Луч света падает на него почти так же, как в случае с только что описанным приемником, и по мере вращения цилиндра описывает тонкую спиральную линию все вокруг и вокруг него.

Более того, свет проходит прямо через фотографию и падает на внутреннее зеркало, от которого отражается на селеновую ячейку. Таким образом, в каждый момент времени свет падает на какую-то небольшую часть фотографии, и количество света, которое проходит через нее и в конечном итоге достигает селена, зависит от плотности этой части.

Ток, тем временем, течет от батареи через селен, а оттуда по основному проводу к удаленной станции. Когда световой карандаш прокладывает спиральную траекторию по свернутой фотографии, каждое изменение плотности изображения воспроизводится как изменение тока, проходящего через селен. Это устройство на удаленном конце приводит в действие гальванометр Эйнтховена, движения которого изменяют оттенок спиральной линии, рисуемой на фотобумаге.

Этот процесс происходит с поразительной быстротой, так что за несколько минут бесчисленные вариации, составляющие законченную фотографию, могут быть переданы и достоверно зафиксированы на дальнем конце провода.

Но, возможно, наиболее успешным из этих методов является так называемый телеэлектрографический. В принципе это удивительно похоже на схему Казелли и является еще одним примером того факта, что хорошие идеи часто терпят неудачу из-за отсутствия надлежащих средств для их реализации. Мистер Торн-Бейкер, изобретатель телеграфа, имел в своем распоряжении накопленные знания и умения, которых не существовало во времена Казелли. Следовательно, первый добился блестящего успеха там, где его предшественник предпринял лишь интересную, но несколько неэффективную попытку.

Уже упоминались полутоновые блоки, в которых множество маленьких точек разного размера образуют изображение. Теперь вместо параллельных рядов точек параллельные линии разной толщины будут давать почти такой же результат. Первые создаются путем фотографирования изображения через лист стекла, на котором нанесены два набора линий, расположенных под прямым углом друг к другу. Последние можно создать, используя экран с линиями только в одну сторону, а не в две. Поэтому изготовителю блоков довольно легко изготовить "технологический блок", в котором вместо точек используются линии. Однако для этой конкретной цели необходим не обычный блок, хотя по сути он очень похож. Передаваемое изображение фотографируется через экран, как если бы создавался полутонный блок. Полученный таким образом негатив затем печатается методом жевательной резинки на листе мягкого свинца, и после промывки изображение остается на грифеле в виде линий нерастворимой жевательной резинки на фоне чистого свинца. При сжатии в прессе резинка вдавливаются в грифель и, таким образом, весь лист приобретает гладкую поверхность, по которой легко скользит перо, но которая, тем не менее, состоит из токопроводящих и непроводящих частей, причем последние образуют рисунок.

Затем свинцовый лист надевается на вращающийся цилиндр и поворачивается под движущимся стилусом тем способом, с которым мы теперь знакомы. Лист располагают линиями вдоль цилиндра таким образом, чтобы ток проходил к стилусу, за исключением тех случаев,

когда он проходит по ширине линий, и поэтому аналогичные линии образуются на дальнем конце.

Приемный механизм относится к электрохимическому типу, который использовал Казелли. Ток проходит от приемного стилуса к бумаге и там оставляет свой след способом, который будет понятен из описания более раннего устройства.

Главное преимущество этого метода работы перед методом профессора Корна заключается в том, что оператор может видеть, что он делает. Чтобы получить хорошие результаты, необходимо произвести ряд электрических регулировок, и правильно ли он их выполнил, можно будет увидеть, как только изображение начнет увеличиваться на принимающей бумаге. Если требуется небольшая корректировка, оператор видит это и может все исправить до того, как начнет проявляться действительно важная часть изображения, тогда как с аппаратом Korn он вообще не знает, что происходит, поскольку он ничего не может видеть, пока изображение не будет закончено и фотобумага не проявится.

Также любому, кто внимательно изучил главы о беспроводной телеграфии, будет очевидно, что должна быть возможность заставить передающий стилус или его эквивалент управлять беспроводным передатчиком и беспроводным приемником для управления принимающим стилусом, чтобы иметь возможность отправлять изображения "по беспроводной связи". Эксперименты с этой целью проводились с определенным успехом, и рано или поздно мы почти наверняка услышим, что трудности, которые отнюдь не малы, были преодолены.

Но мы не можем завершить эту главу без более подробного упоминания об этом чудесном изобретении - телепрограмме.

В этом случае человек делает набросок ручкой на листе бумаги, или, может быть, он пишет сообщение, и одновременно ручка, находящаяся за сотни миль, если потребуется, делает точно то же самое. Принимающий прибор рисует эскиз строки за строкой или расшифровывает сообщение фактическим почерком отправителя. Небольшой штрих, почти странный в своей естественности, заключается в том, что время от времени принимающая ручка отрывается от бумаги и окунается во флакон с чернилами, после чего возобновляет свою работу с того самого места, на котором остановилась.

Итак, на первый взгляд очень трудно понять, как сложные линии и изгибы, штрихи и точки, из которых состоит письменный язык, даже небольшие неточности и дефекты, придающие почерку каждого человека индивидуальность, как все это может быть передано по проводам. Изобретатель этого аппарата открыл чрезвычайно простой способ сделать это.

Но следует сказать, что даже он не пытается сделать это с помощью одного провода, поскольку использует два. Это не является недостатком, когда, как это часто бывает, он используется совместно с телефоном, для того чтобы последний был эффективным, также требуется два провода. Много лет назад для телефонов, как и для телеграфов, использовались одиночные провода, причем цепь замыкалась через землю. Но трудность заключалась в том, что каждый провод, по которому протекают токи, склонен вызывать токи в соседних проводах — индукционная катушка основана на этом факте — и поэтому сообщения по одному проводу прослушивались по другим, или, что, возможно, было еще более раздражающим, точки и тире, проходящие по телеграфному проводу, производили громкие шумы в телефонном проводе, который случайно проходил поблизости. Использование двух проводов, однако, полностью

устраняет эту проблему, поскольку соседний ток тогда индуцирует два тока вместо одного, по одному в каждом, и так получается, что они противоположны друг другу, так что они нейтрализуют друг друга. Таким образом, каждый телефонный провод теперь двойной и, следовательно, как бы готов к установке на него телепрограммы.

Но даже при использовании двух проводов трудность кажется непреодолимой, пока мы не вспомним, что самая сложная кривая может быть решена двумя простыми движениями.

Отправляющая ручка, с помощью которой делается оригинальное письмо или рисунок, прикрепляется к соединению двух световых стержней. Дальний конец каждого стержня прикреплен к концу легкой рукоятки, закрепленной таким образом, что она может вращаться или колебаться, подобно рукояткам, в плоскости стола, на котором лежит бумага. Все упомянутые соединения имеют шарнирную природу, так что при перемещении ручки стержни поворачиваются, более или менее, в ту или иную сторону, двумя кривошипами. Этот простой механизм, как можно заметить, очень эффективно реализует только что упомянутый принцип, поскольку он преобразует движение пера, каким бы сложным оно ни было, в простое вращательное движение двух кривошипов.

Таким образом, рукоятки поворачиваются в ту или иную сторону по мере того, как рисовальщик создает свою картину, и очень легко устроить так, чтобы их движение изменяло силу двух электрических токов, в результате чего мы получаем электрические токи, изменяющиеся в соответствии с движением рукояток.

Это достигается путем приведения в действие каждого кривошипа с переменным сопротивлением или реостата. Находясь в своем крайнем положении с одной стороны, кривошип позволяет току течь свободно, но по мере перехода в другое крайнее положение сопротивление на пути тока увеличивается. Такое расположение является обычной особенностью электрических устройств.

Таким образом, ток от батареи поступает к двум проводам, ведущим к удаленной станции, каждый из которых проходит через реостат, подключенный к одному из кривошипов. Мы можем думать о реостатах как о кранах, которые могут включаться или выключаться действием кривошипов. Давайте представим, что рукоятка находится в положении, когда ток течет свободно — когда электрический "кран" полностью открыт; тогда сильный ток будет течь по проводу *a*, возвращаясь к отправляющей батарее через землю. По мере перемещения этого кривошипа ток будет постепенно уменьшаться, пока, если его перевести прямо в другую крайность, ток не станет самым слабым.

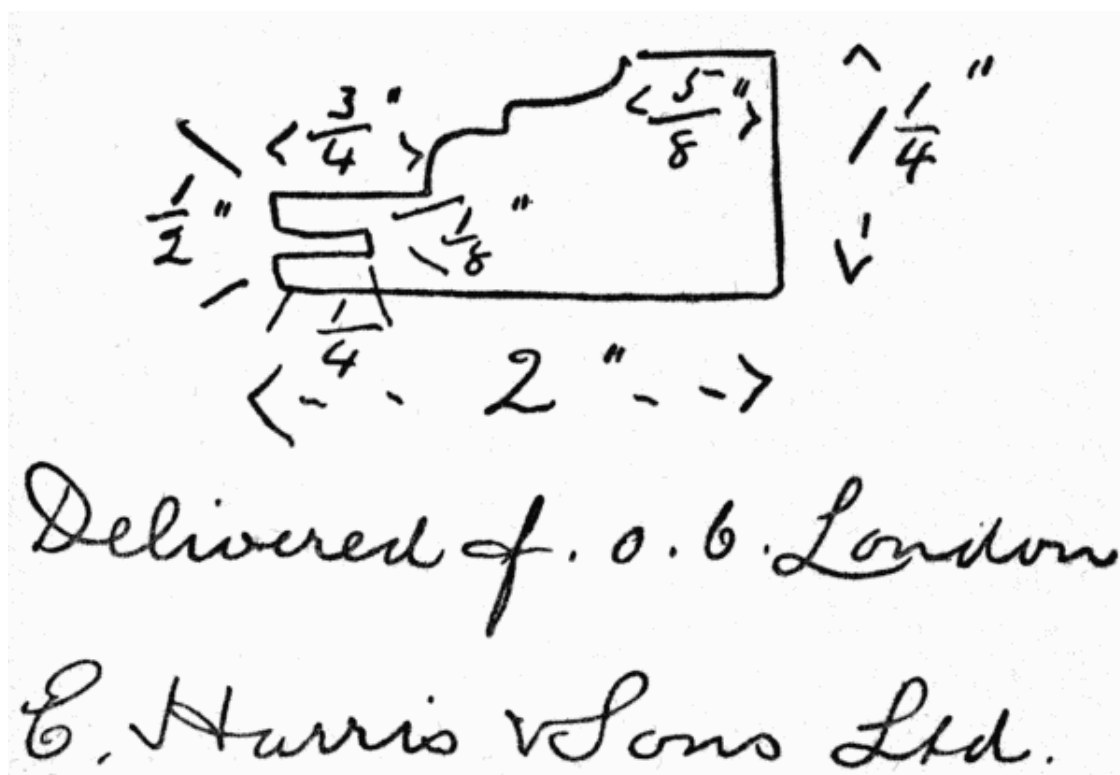


Рис.

15. Сообщение, полученное с помощью Telewriter.

На другом конце этот ток поступает в устройство, которое мы можем описать просто как магнит, устроенный таким образом, что его действие вращает рукоятку вопреки ограничивающему действию пружины.

Теперь, чем сильнее ток, тем сильнее притягивает магнит и тем дальше поворачивается приемный кривошип. Передающий кривошип изменяет сопротивление, сопротивление изменяет ток, ток изменяет силу принимающего магнита, а магнит изменяет положение принимающего кривошипа. Таким образом, правильно отрегулированное движение рукоятки на одном конце передается по этой длинной цепи причин и следствий, пока, наконец, оно не повторяется *в точности* движением рукоятки на другом конце.

То же самое происходит одновременно по каждому из двух проводов: кривошип *a* на передающем конце сообщается по проводу *a* с кривошипом *a* на другом конце, в то время как кривошип *b* передает свое движение по проводу *b* другому кривошипу *b*. Каждый передающий кривошип в каждом своем действии точно имитируется соответствующим кривошипом на удаленной станции.

Два приемных рычага соединены световыми стержнями с приемным пером точно таким же образом, как и передающее перо. Следовательно, на удаленной станции повторяются не только отдельные движения двух кривошипов, но и сложные движения передающего пера, которые привели к действиям кривошипов, также передаются на записывающее перо и повторяются им. Движения первого пера преобразуются двумя рукоятками во вращательные движения, которые передаются другим рукояткам, и их движения, в свою очередь, преобразуются обратно в записанные кривые.

Таким образом, как перо в руке художника рисует свой эскиз, так и автоматическая рука в другом месте, она может находиться на большом расстоянии, точно повторяет его работу, и эскиз растёт строка за строкой одновременно с обоих концов.

Здесь нет места подробно описывать, как с помощью другого тока, накладывающегося на уже упомянутые, перо получателя заставляют периодически макать себя в чернильницу по желанию отправителя. Благодаря хитрому использованию переменного тока это достигается без какого-либо вмешательства в работу кривошипов, как описано выше.

Но, конечно, существует серьёзное ограничение на полезность этой машины, поскольку рисунок должен быть сделан во время передачи, и его можно "надеть на провод" только рукой самого художника.

ГЛАВА XIV

ЗАМЕЧАТЕЛЬНЫЙ ПРИМЕР НАУКИ И МАСТЕРСТВА

В предыдущей главе упоминался тот факт, что для успешной отправки снимков "по телеграфу" одна вещь была необходима превыше всех остальных. Эта единственная вещь заключается в том, чтобы заставить две машины, возможно, находящиеся на расстоянии сотен миль друг от друга, начать работать вместе, остановиться вместе и во время работы вращаться с точно такой же скоростью. Пусть читатель просто представит себе проблему и спросит себя, как такое решение может быть возможным. Пусть он подумает о городе, который находится в двухстах милях отсюда, а затем поразмыслит о возможности заставить машину, работающую в его собственной комнате, и другую машину в этом далеком городе поддерживать совершенное единодушие в своих движениях. Результатом таких размышлений, вероятно, будет утверждение, что подобная вещь находится за пределами возможного. Тогда он найдет следующее описание того, как это делается, чрезвычайно интересным.

В первую очередь необходимо понимать, что каждая машина приводится в движение электродвигателем. Двигатели рассчитаны на скорость 3000 оборотов в минуту, и они приводят в движение цилиндры машин через зубчатую передачу, расположенную таким образом, что последние вращаются со скоростью 50 оборотов в минуту.

В настоящее время из всех машин, пожалуй, самой послушной и простой в управлении является электродвигатель постоянного тока. Каждая такая машина сделана с расчетом на то, чтобы она работала с определенной скоростью, но ее можно изменять в определенных пределах, просто изменяя силу тока, который приводит ее в движение. И эту силу можно очень легко изменять с помощью инструмента, называемого "реостат", или переменное сопротивление. Всем нам знаком способ, которым машинист регулирует скорость локомотива с помощью клапана в паровой трубе. Больше или меньше открывание и закрывание клапана позволяет изменять скорость по желанию и тонко регулировать ее. Реостат для электрического тока то же, что клапан для пара; его можно открывать и закрывать, более или менее, по мере необходимости. С его помощью ток, приводящий в действие двигатель, может быть усилен или ослаблен, и по мере внесения этого изменения соответственно изменяется и скорость двигателя. Таким

образом, мы видим, что под рукой есть средство настройки двигателя на работу с любой желаемой скоростью.

Трудность, однако, заключается в том, чтобы определить, когда достигнута желаемая скорость. Можно с определенной точностью посчитать обороты машины со скоростью два или три оборота в минуту, но пятьдесят оборотов в минуту - это больше, чем можно было бы сосчитать правильно. Еще меньше мы могли бы сосчитать 3000 оборотов двигателей в минуту. Таким образом, даже если бы у нас были два двигателя рядом, у нас возникли бы чрезвычайные трудности с тем, чтобы заставить их работать точно с одинаковой скоростью. Один может делать 3000, в то время как другой - 2990 или 3010, и мы ничего не должны знать. А когда мы разделяем их на расстояние многих миль, задача их синхронизации становится еще сложнее.

Но, к счастью, существует простое устройство, с помощью которого мы можем очень точно определить частоту вращения двигателя. В предыдущих главах читатель уже был ознакомлен с разницей между постоянным или непрерывным электрическим током и переменным. Для приведения в действие этих двигателей используется непрерывный тип, но небольшое дополнение к машине сделает так, что при подаче постоянного тока для приведения в действие ее можно будет отводить переменный ток. На шпиндель станка надеваются два маленьких изолированных металлических кольца, которые определенным образом подсоединяются к проводам двигателя; затем об эти кольца, когда они вращаются, трутся два маленьких металлических рычага, называемых из-за их подметающего действия щетками; и от этих щеток мы можем получать переменный ток.

Для нашей настоящей цели важность этого заключается в том факте, что скорость, с которой этот ток будет меняться, зависит от частоты вращения двигателя. По мере увеличения или уменьшения оборотов двигателя будет увеличиваться или уменьшаться и скорость чередования. Таким образом, если мы сможем измерить скорость, с которой ток, потребляемый от двигателя, является переменным, мы узнаем из этого скорость, с которой работает машина.

Это мы можем сделать с помощью "частотомера". Его работа основана на действии камертона. Всем известно, что данный камертон всегда выдает одну и ту же ноту. Звук зависит от скорости, с которой вибрирует вилка, и причина, по которой одна вилка всегда выдает одну и ту же ноту, заключается в том, что она всегда вибрирует с одинаковой частотой. Эта частота, в свою очередь, зависит от ее длины. Если немного подпилить конец камертона, его нота повысится, потому что скорость вибрации станет выше. Аналогично, удлинение вилки приведет к получению более низкой ноты. Таким образом, камертон или любой стальной стержень, удерживаемый за один конец и свободно вибрирующий на другом, дает нам стандарт скорости, который является очень надежным. И так получилось, что мы можем легко использовать набор таких вилок для проверки скорости изменения переменного тока.

Вообще говоря, переменный ток бесполезен для питания магнита. Основная причина этого заключается в том, что ток имеет тенденцию как бы заглушаться в катушке. Переменный ток действительно проходит по катушке очень неохотно. Однако возможно изготовить электромагнит специальной конструкции, который будет достаточно хорошо работать с переменным током, чтобы соответствовать нашей настоящей цели. И станет ясно, что точно так же, как сам переменный ток состоит из серии коротких токов, так и сила магнита будет непостоянной; он будет давать не постоянное притяжение, как это обычно бывает с магнитами,

а последовательность небольших рывков. Фактически, при каждом изменении течения будет один рывок.

Двигатель простой формы, оснащенный так, как только что описано, и вращающийся со скоростью 3000 оборотов в минуту, выдавал бы 100 чередований в секунду. Таким образом, если бы такой ток использовался для питания магнита, этот магнит давал бы 100 рывков в секунду.

Таким образом, небольшой стальной стержень нужной длины, способный производить 100 колебаний в секунду, можно закрепить так, чтобы его свободный конец почти касался такого магнита, и при включении тока он очень скоро начнет энергично вибрировать. Сила притяжения магнита будет соответствовать естественной скорости вибрации стержня. И точно так же, как два маятника, описанных в главе XII, легко реагируют друг на друга, поэтому стержень легко реагирует на притяжение магнита. Но увеличьте или уменьшите скорость чередования совсем немного, и это взаимодействие между магнитом и стержнем будет разрушено. После этого стержень не будет реагировать. Он ответит только тогда, когда сила притяжения магнита и естественная частота вибрации стержня точно соответствуют.

Поэтому обычно размещают пять или шесть таких стержней своими концами рядом с одним магнитом. Длины стержней немного различаются, так что скорости вибрации, скажем, равны, 98, 99, 100, 101, 102 соответственно.

Давайте в воображенииотрегулируем частоту вращения предполагаемого двигателя, пока не получим то, что соответствует 100 чередованиям.

Мы включаем ток и поначалу, возможно, не получаем отклика ни от одного из вибрирующих стержней. Достаточно прикоснуться к ручке реостата, и мы замечаем, что планка 102 подает признаки жизни. Затем мы видим, что наша первая скорость была слишком высокой, и что снижение ее привело к снижению до 102, что все еще немного слишком быстро. Еще немного движения рукоятки, и 102 снова переходит в режим тишины, в то время как 101 показывает анимацию. Еще немного движения, и 101 уступит место 100, и тогда мы узнаем, что наш мотор работает на нужной скорости. Если бы наш двигатель изначально был слишком медленным, первым пришел бы в действие двигатель 98-го калибра, но метод регулировки был бы точно таким же.

И таким образом мы видим всю схему в целом. Мы регулируем скорость, реостат, и между тем, что сказать-сказка поток переменный ток приходит вытекает из мотора, чтобы показать нам, что скорость, в то время как "частота метра," с вибрирующей решеткой, толкует нам сообщение, в котором переменный ток приносит нам. Таким образом, наблюдая за счетчиком, мы узнаем, когда наберем желаемую скорость.

Но даже это - только половина дела. Мы видели, как заставить машину вращаться с любой желаемой скоростью, и поэтому мы можем настроить любые две машины так, чтобы они вращались с одинаковой скоростью, но мы не видели, как запустить и остановить две машины одновременно.

Прежде всего, необходимо понимать, что в случае приемной машины между двигателем и цилиндром, который он приводит в движение, имеется так называемая фрикционная муфта. Это означает, что в то время как при обычных обстоятельствах двигатель вращает цилиндр, мы

можем, если захотим, удерживать последний неподвижно, не останавливая двигатель. Когда мы делаем это, связь между ними просто ускользает.

Итак, если мы установим на цилиндр фиксатор, который удержит его от вращения, мы все равно сможем запустить двигатель, и последний заработает. Затем, в тот момент, когда защелка будет отпущена, цилиндр тоже начнет вращаться. Наиболее распространенной формой "фрикционного привода" является плоский кожаный ремень на двух шкивах, который каждый когда-либо видел на фабрике. И будет довольно легко представить, как, если бы одна из приводимых в движение машин застопорилась, ремень мог бы просто соскользнуть с одного из шкивов, но, как только машина снова освободилась, она вращалась бы точно так же, как и раньше. Точно так же обстоит дело и с тем, что мы рассматриваем. Двигатель непрерывно работает на нужной скорости, но при желании цилиндр может быть остановлен защелкой.

С защелкой соединен электромагнит, и через его катушки протекает электрический ток, который задействован в печати изображения на цилиндре. Если магнит устроен так, чтобы притягивать другой магнит, он будет притягивать это только тогда, когда возбуждающий ток течет в одну сторону. Когда он течет в другую сторону, он не притягивает. Поэтому легко устроить так, чтобы печатающий ток, хотя и проходил через катушку магнита, не открывал защелку. Но если направление этого тока на мгновение *поменять* на обратное, магнит потянет, защелка откроется, и цилиндр начнет вращаться.

Таким образом, мы видим, что все, что необходимо для запуска приемного цилиндра, - это на мгновение повернуть ток вспять.

А теперь давайте обратим наше внимание на передающую машину. На ее цилиндре имеется устройство, которое автоматически изменяет направление тока, протекающего по основному проводу, один раз за каждый оборот. Обычно ток течет по проводу, как описано в предыдущей главе, перенося посредством своих вариаций детали изображения для воспроизведения приемным устройством на другом конце. Но на мгновение один раз за каждый оборот этот ток прерывается и вместо него посылается ток в противоположном направлении. Это передающая машина делает сама, совершенно автоматически.

И теперь читатель знает обо всем устройстве; остается только увидеть, как различные части работают в сочетании.

Стоя у передающей машины, мы первым делом включаем ток, который идет по проводу к удаленной станции. Затем мы запускаем двигатель в работу, и цилиндр начинает вращаться. Прежде чем он совершит один оборот, включается "реверсор", и всего на мгновение по проводу подается обратный ток. По прибытии на другой конец, который поднимает защелку, запускается приемный цилиндр. Первый частичный оборот передающего цилиндра не имеет значения. Настоящие дела начинаются с момента первого срабатывания реверсивного устройства, и именно в этот момент приемный цилиндр также начинает двигаться. Аналогично, когда передающий цилиндр останавливается, он больше не посылает обратных токов, и поэтому принимающий цилиндр захватывается защелкой и не освобождается.

Таким образом, запуск и остановка полностью автоматизированы. Такое же устройство позволяет постоянно регулировать относительную частоту вращения двух цилиндров. При всех лучших устройствах, камертонах и прочем, все равно невозможно достичь совершенного единства, но отклонения в одном обороте недостаточно, чтобы иметь значение; только когда

ошибка в одном обороте продолжает умножаться, могут возникнуть серьезные разногласия, и это предотвращается следующим прекрасным простым способом.

Двигатель, приводящий в движение приемный барабан, отрегулирован таким образом, что он движется *немного быстрее*, чем другой. Таким образом, приемный цилиндр совершает каждый оборот немного раньше другого и, следовательно, каждый раз останавливается и удерживается фиксатором. Фиксатор удерживает его, конечно, до тех пор, пока не подаст обратный ток и не освободит его. Таким образом, передающий цилиндр не только запускает другой при первом запуске операций, но и делает это при каждом обороте. Следовательно, при каждом обороте два цилиндра запускаются вместе.

Таким образом, согласно частотомеру, два цилиндра настроены на максимально точные частоты вращения, а действие реверсивного устройства, обратного тока и фиксатора совершенно автоматически гарантирует, что в начале каждого оборота между ними будет полное согласование. Невозможно допустить накопления ошибок, и проблема, которая на первый взгляд кажется такой сложной, если не непреодолимой, будет преодолена.

ГЛАВА XV

НАУЧНЫЕ ИСПЫТАНИЯ И ИЗМЕРЕНИЯ

Наука, будь то в чистом виде, то, чем занимаются ради нее самой — из простой жажды знаний, - или прикладная наука, целью которой является содействие производству, полностью основана на точном тестировании и измерении. Только обнаружив и исследовав небольшие различия в размере, весе или прочности, можно выявить некоторые из наиболее важных фактов. Есть также некоторые проблемы, которые не поддаются теории, поскольку они слишком сложны; в них задействовано слишком много теорий одновременно, и решить их можно только с помощью точных тестов. И все это требует использования очень хитроумных и часто дорогостоящих устройств.

Электрические измерительные приборы имели достаточную важность и интерес, чтобы заслуживать отдельной главы о них, но есть много других, имеющих большую ценность и небезынтересных для широкого читателя.

Например, несколько лет назад в Соленте, недалеко от Коуза, произошло столкновение между крейсером *Hawke* и гигантским лайнером *Olympic*. Причина этого была предметом споров и судебных разбирательств; теоретики строили теории; одни пришли к выводу, что во всем виноват Хоук, а другие - *Олимпик*; и там, где врачи расходятся во мнениях, кто должен решать? Было мудро решено, что для решения этого вопроса должны быть проведены тесты.

Суть заключалась вот в чем. Офицеры *Hawke*, гораздо меньшего судна, утверждали, что они были сбиты с курса всасыванием, вызванным движением такого большого корабля, как *Olympic*, в сравнительно узких и мелководных водах Солента; другими словами, что *Olympic* при движении по воде вызывал завихряющее движение в воде, имеющее тенденцию притягивать к себе более легкое судно. И это всего лишь одна из тех проблем, с которыми теория не в

состоянии справиться. Поэтому она была передана в Национальную физическую лабораторию в Теддингтоне, недалеко от Лондона, для экспериментального исследования.

В этом учреждении, которое является полунациональным, есть резервуар, построенный для подобных целей. Слово "танк" заставляет нас несколько недооценить его размеры, поскольку он составляет 494 фута в длину и 30 футов в ширину. Он прочно построен из бетона, с миниатюрными доками на одном конце и пологим пляжем на другом.

По обе стороны проходят рельсы, по которым проходят троллейбусы, поддерживающие концы моста, который охватывает все здание целиком. Этот мост может перемещаться с помощью электродвигателей, приводящих в движение колеса тележек, от одного конца цистерны к другому с любой желаемой скоростью, в пределах, конечно, разумных пределов, и с него можно буксировать любую модель, которую желательно протестировать.

Используемые модели обычно изготавливаются из воска с помощью машины, специально разработанной для этой цели. Следует пояснить, что планы судна состоят из ряда кривых, каждая из которых представляет контур судна на определенной высоте. Например, если вы можете представить себе корабль, разрезанный горизонтально на куски одинаковой толщины, то каждый срез можно было бы показать на чертеже ("плане сдвига", как его называют) изогнутой линией. У килей линии, конечно, были бы почти прямыми, но по мере того, как они поднимались бы выше, они выпирали бы все больше и больше. И для чего требуется эта машина, так это для быстрого и экономичного изготовления восковой модели, которая должна представлять собой точное воспроизведение в небольшом масштабе рассматриваемого сосуда. Это может быть — чаще всего так и бывает — еще не построенный корабль, поведение которого желательно протестировать. Или это может быть существующее судно, как это было в только что упомянутом случае. Как бы то ни было, модель сделана по чертежам.

Кусок воска лежит на столе, в то время как рисунок разложен на доске рядом. Указка перемещается вручную вдоль одной из линий, и ее движение повторяется быстро вращающимся резаком, который срезает воск по аналогичной кривой. С помощью соответствующей регулировки резака можно увеличить или уменьшить размер, чтобы получить любой желаемый масштаб. Таким образом, каждая линия повторяется, и аналогичная кривая врежется в воск на нужной высоте. Конечно, при этом получается только комок воска, имеющий, так сказать, *ступенчатую* форму, но затем его довольно легко обрезать вручную, чтобы получить гладкую модель корабля, идеально точную по форме, и копию в уменьшенном масштабе судна, изображенного на чертеже.

Он также может быть выдолблен, балластирован грузами внутри и таким образом погружен до любого желаемого уровня, представляя собой судно при полной загрузке, наполовину загруженное и так далее. При необходимости могут быть произведены все виды неравномерной загрузки, действительно, в модели можно имитировать любое состояние реального корабля.

Затем его можно буксировать взад и вперед в цистерне с помощью описанной выше подвижной тележки. Скорость буксировки можно изменять, изменяя частоту вращения приводящих его в движение двигателей. Усилие, необходимое для вытягивания модели из воды, измеряется с помощью динамометра, который регистрирует натяжение буксирующего устройства.

Вопрос, очень часто требующий изучения, - это форма и размер волны, поднимаемой носом судна, и той, что остается за ним, известной как "носовая волна" и "кормовая волна"

соответственно. Эти волны представляют собой растраченную впустую энергию, поскольку они бесполезны и фактически создаются за счет мощности двигателей корабля, когда они движут его вперед. Идеальный корабль не вызывал бы волн, но поскольку на такую степень совершенства невозможно даже надеяться, судостроителю приходится довольствоваться тем, что проектирует свои корабли таким образом, чтобы эти волны были как можно меньше.

Волны регистрируются фотографически, в некоторых случаях с помощью кинематографа.

У некоторых крупных судостроителей есть свои собственные танки, как и у военно-морских властей великих военно-морских держав. Судно в Теддингтоне было основано благодаря щедрости известного британского судостроителя мистера Ярроу, который не только взял на себя расходы по строительству, но и выделил пожертвования на его содержание. Он предназначен для удовлетворения потребностей небольших строителей, у которых нет собственных резервуаров, а также для изучения вопросов, представляющих общий интерес для судостроителей, и для таких испытаний, как испытания *Hawke* и *Olympic*. В этом последнем случае, конечно, были изготовлены две модели, по одной для представления каждого корабля, и их буксировали таким образом, чтобы очень точно имитировать движения кораблей в момент их столкновения. Именно в результате этих испытаний "*Олимпик*" было приказано возместить ущерб Адмиралтейству, поскольку считалось, что именно она была причиной аварии.

Недавно на верфи ВМС США было проведено очень интересное исследование такого рода в резервуаре. Порт Нью-Йорка в значительной степени состоит из причалов, выступающих из берегов реки. С ростом числа атлантических лайнеров старые причалы стали слишком короткими, и возникли вопросы относительно их удлинения. Если бы это было сделано, как бы это повлияло на течение в реке и на управление судоходством в целом? С другой стороны, если бы это не было сделано, каков был бы эффект от того, что корабли лежали бы торцом в реку, незащищенные причалом.

Чтобы определить эти моменты, экспериментальный резервуар был преобразован в модель Нью-Йоркской гавани или, по крайней мере, той ее части, в связи с которой возникли эти вопросы.

Был уложен фальшпол, чтобы глубина была точно пропорциональна ширине. Маленькие модели причалов были устроены так, чтобы в точности повторять настоящие, в то время как к ним были пришвартованы модели судов, так что эффект, производимый на них, можно было наблюдать, когда мимо буксировали модель большого судна.

В дополнение к этому были установлены специальные приборы для определения возможных возмущений, которые вызывает движение гигантского лайнера как под поверхностью, так и над ней. Для этой цели использовались плавучие шары, пришвартованные на различных расстояниях под поверхностью, из которых выступали вверх тонкие стержни, движение которых делало видимым движение погруженных шаров и, следовательно, воздействие подводных течений.

Все эти вещи приходилось наблюдать в одно и то же время — саму движущуюся модель, модели вдоль причалов, волнение на поверхности, раскачивание взад—вперед стержней, прикрепленных к погруженным поплавкам, — все или большую часть из которых, во всяком случае, было невозможно записать самостоятельно. Тем не менее, учитывая, что крайне важно было соблюдать взаимосвязь между всеми этими вещами и время от времени записывать их по

мере буксировки модели, очевидно, что необходимо что-то предпринять, и хитрое использование кинематографа довольно легко решило проблему. Эти машины были размещены в различных точках, откуда открывался хороший вид на модель гавани и ее судоходство, и таким образом было получено несколько серий фотографий, изучая которые, можно было увидеть и сравнить все различные движения. На передвижной тележке, на которой буксировалась модель, также был установлен большой циферблат, палец на котором обозначал расстояние, пройденное тележкой в любой момент. Этот большой циферблат, конечно, присутствовал на каждой фотографии, и поэтому каждое изображение несло на себе четкую запись того конкретного момента в путешествии модели, к которой оно относилось.

Таким образом, мы видим пример того, как самые последние методы развлечения иногда применяются для достижения весьма практических целей.

Сродни экспериментам на кораблях являются воздушные эксперименты по определению вопросов, связанных с навигацией по воздуху. В Барроу-ин-Фернессе крупная фирма Виккерса, судостроители и производители вооружения, а в последнее время и строители воздушных судов для британского адмиралтейства, соорудили машину для проверки эффективности воздушных винтов и других подобных устройств. На вершине высокой башни укреплен длинный рычаг из легкого железного каркаса. Для завершения этого можно закрепить пропеллер, так что при вращении рычага создаются почти точно такие же условия, как те, которые преобладают, когда пропеллер приводит в движение самолет или управляемый аэростат.

С помощью соответствующего механизма пропеллер может вращаться с любой желаемой скоростью, в результате чего он вращает рычаг при его повороте на вершине башни. Усилие, которое, таким образом, оказывает пропеллер, может быть легко измерено, и, таким образом, могут быть определены такие вопросы, как наиболее эффективная скорость для каждого типа пропеллера, мощность, которую может развить любой конкретный пропеллер, наилучшая форма для каждой конкретной потребности и так далее.

Материалы также требуют самых тщательных испытаний, чтобы их можно было наилучшим образом использовать в современных машинах и конструкциях. Например, любой может измерить прочность пружины, но что мы знаем о ее долговечности? Пружинам часто приходится составлять часть машины, в которой они растягиваются и сжимаются миллионы раз, и возникает вопрос о том, какая форма и материал лучше всего подходят для этой цели. Может случиться так, что пружина, которая сработает лучше всего несколько раз, первой "устанет", потому что при повторном натяжении такие вещи, как сталь, устают точно так же, как устает человеческий организм. Теперь это вопрос, который не поддается никаким расчетам, единственный способ определить это - фактический тест. Таким образом, необходимо использовать механизм, который будет растягивать и сжимать пружину снова и снова, точно так же, как это будет происходить при фактическом использовании, со счетчиком типа циклометра, чтобы подсчитывать, сколько раз она подвергалась такому искажению. Затем устройство приводят в действие и предоставляют самому себе на часы или даже на дни, за это время пружина может сработать миллионы раз. Это может продолжаться до тех пор, пока пружина не сломается, или же это может быть сделано заранее определенное количество раз, а затем пружину извлекают и проверяют другими способами, чтобы увидеть, как это повлияло на ее прочность.

Металлические прутья часто подвергаются внезапным ударам, легким самим по себе, но часто повторяющимся. В таком случае необходимо определить, сколько раз может быть нанесен удар, прежде чем штанге будет нанесен непоправимый вред. Для изучения таких вопросов у нас есть тренажер "повторный удар". Брусок удерживается в подходящем держателе под молотком, который наносит по нему удары, силу которых можно легко регулировать через равные промежутки времени, при этом количество ударов подсчитывается подходящим регистрирующим механизмом. В конечном счете перекладина ломается под ударом, подобный которому она может выдержать в одиночку без какого-либо видимого напряжения вообще. Кстати, тренажер можно заставить до некоторой степени поворачивать штангу после каждого удара, чтобы удары наносились последовательно со всех сторон.

Микроскоп также занял свое место в испытательной лаборатории. Он является очень ценным дополнением к химическим и механическим испытаниям.

Предположим, например, что исследуется стальной стержень; его можно поместить в машину и тянуть до тех пор, пока он не разломится надвое. Машина регистрирует силу натяжения, которое было приложено. Или небольшой кусочек можно поместить под пресс и сжать до любой желаемой степени. Его также можно испытать ударом или даже развалить на части внезапным ударом, как описано в *Современных механических изобретениях*. Стержень можно поддерживать за концы и нагружать или оттягивать вниз в центре, чтобы определить его способность сопротивляться изгибу. О нем также можно судить по его химическому составу. Свойства стали, в частности, в значительной степени зависят от ее химического состава. Разница между чугуном, кованным железом и сталью, а также различия между бесчисленными разновидностями стали почти полностью обусловлены примесью в металле определенного процента углерода. В этом можно убедиться с помощью химического анализа. Эта форма исследования имеет преимущество перед более чисто механическими методами в том, что последние, по большей части, должны применяться к бруску в целом, тогда как качество может варьироваться в разных частях, в частности, поверхность может отличаться от внутренней части. В таких случаях можно провести один анализ куска, вырезанного с поверхности, а другой - куска, вырезанного из центра.

И здесь также важен микроскопический анализ. Для этого от бруска отпиливается кусок, а его конец шлифуется идеально ровно. Затем его промывают подходящим химическим веществом, таким как слабая кислота, которая по-разному воздействует на различные материалы, из которых состоит "металл", тем самым делая их видимыми друг от друга. Затем фотография, сделанная через микроскоп, показывает структуру металла; как различные составляющие строятся вместе.

Это известно как металлографический анализ, и его преимущество по сравнению с химическим анализом заключается в том, что последний показывает, как мы могли бы сказать, из каких кирпичей построена вещь, в то время как первый показывает, как расположены кирпичи. Действительно, вряд ли корректно говорить о преимуществе одного из них над другим, поскольку каждый является дополнением другого, предоставляя информацию, которую другой не может предоставить.

И есть другие механические испытания, о которых пока не упоминалось. Существуют машины, которые скручивают стержень, чтобы выявить его способность противостоять скручиванию,

есть и другие, которые оказывают давление вниз на одну часть стержня и вверх на соседнюю часть, чтобы продемонстрировать его способность выдерживать напряжение сдвига.

Более того, многие из этих испытаний в настоящее время проводятся в хорошо оборудованном испытательном центре с использованием тепла. Само собой разумеется, что часть машины, которой придется работать при значительном нагревании, может быть изготовлена из материала, отличающегося от части, которая работает при нормальной температуре. В некоторых случаях стержень окружен спиральной проволокой, по которой проходит электрический ток, и путем регулирования этого тока в стержне может быть установлена любая желаемая температура. Или же он может быть помещен в ванну с горячим маслом таким образом, чтобы стержень был поднят до любой требуемой температуры без вмешательства в работу механизма, который производит натяжение, давление или что бы это ни было.

Много лет назад о таких сложных тестах, как эти, даже не думали. Существуют определенные хорошо известные цифры, которые можно найти во всех инженерных учебниках, в которых указано, какие нагрузки должны выдерживать различные материалы, и на них в значительной степени полагались и до сих пор полагаются, поскольку считается само собой разумеющимся, что используемый материал будет соответствовать среднему стандарту. Однако в крупных и важных работах тестирование разрабатывалось с научной точки зрения, так что из реального эксперимента становится известно, на что способна каждая конкретная вещь. Это означает не только безопасность, но и экономию, поскольку иногда обнаруживается, что вещество прочнее, чем считается, и поэтому изделия, изготовленные из него, могут быть сконструированы так, чтобы придать требуемую прочность, легче и дешевле, чем они были бы в противном случае.

Некоторые из используемых машин обладают огромной прочностью, способной выдерживать растяжение или сжатие в 100 тонн и более. Они также часто делаются с помощью самопишущих устройств, с помощью которых ход теста автоматически заносится в таблицу. Например, когда стержень проверяется на растяжение, желательно знать не только фактическое усилие, при котором он разломился надвое, но и поведение испытуемого образца в течение предшествующего периода. Он начинает растягиваться сразу же после приложения натяжения, во всяком случае, теоретически, и если бы металл был идеально пластичным, он растягивался бы непрерывно по мере увеличения нагрузки, пока, наконец, не было бы достигнуто разрывное напряжение. Но на практике это, вероятно, несколько растягивается урывками, и запись этого факта будет иметь большое значение для оценки прочности материала при реальной работе. Для таких людей первостепенное значение имеет автоматически созданная запись, которую можно изучить на досуге.

Но, возможно, лучший пример научных методов в производстве - это методы, с помощью которых измеряются стандартные детали машин, чтобы гарантировать их взаимозаменяемость.

Случайный читатель может удивиться, узнав, что абсолютно точное измерение невозможно. Можно с уверенностью сказать, что из миллиона похожих статей — статей, созданных с намерением быть абсолютно похожими, — нет двух, которые на самом деле были бы абсолютно похожи. Они могут быть изготовлены на одних и тех же станках и одними и теми же инструментами, обрабатываться одним и тем же человеком, но машины и инструменты изнашиваются или выходят из строя при регулировке, в то время как склонность человека к ошибкам вошла в поговорку. Астрономы - величайшие эксперты в искусстве измерений, и они признают возможность, более того, вероятность ошибки настолько откровенно, что проводят

каждое измерение несколько раз; если оно важное, они делают это, по возможности, очень много раз, а затем вычисляют среднее значение результатов. Таким образом, они устраняют, по крайней мере в определенной степени, ошибки, которых нельзя избежать. Этот процесс заключается в том, чтобы по большей части допускать ошибки со стороны их приборов. Для работы с личными ошибками используется и другой метод, поскольку известно, что некоторые наблюдатели имеют естественную склонность больше или меньше ошибаться с одной стороны, в то время как другие склонны в той или иной степени ошибаться с другой стороны. Эта склонность к ошибкам известна как "личное уравнение" наблюдателя, и существуют машины и тесты, с помощью которых личное уравнение каждого человека может быть определено или, возможно, правильнее было бы сказать оценено, так что ко всем наблюдениям, сделанным им, может быть добавлен или вычтен надлежащий учет.

Но, конечно, было бы чрезвычайно трудно применить такие методы на семинаре. Никогда не стоит измерять все по несколько раз, надеясь, что среднее значение получится таким, чтобы указать, что измеряемая вещь соответствует требуемому размеру. Поэтому вместо того, чтобы тратить время на поиск точности, которая, как известно, недостижима, инженер-технолог применяет научную систему измерений, в которой определенная степень неточности определяется как допустимая, а затем используются простые приборы, чтобы убедиться, что она действительно находится в этих пределах. Например, необходимо изготовить круглый брус, скажем, диаметром в дюйм. Теперь мы знаем из только что сказанного, что при изготовлении у нас нет возможности определить, действительно ли брус имеет дюйм в диаметре или нет. Затем мы рассматриваем, для чего это нужно, и решаем, скажем, что это будет достаточно близко, если мы уверены, что оно не больше одного дюйма плюс одна тысячная и не меньше одного дюйма минус одна тысячная. До тех пор, пока он не превышает своего предполагаемого размера более чем на одну тысячную дюйма, мы знаем, что он будет соответствовать своему назначению.

Теперь, придя к этому решению, мы можем создать систему, на основе которой сможет действовать любой толковый рабочий, в результате чего все изготавливаемые им дюймовые бруски будут одинакового размера в пределах $\frac{1}{1000}$ больше или меньше, так что максимально возможная разница между любыми двумя брусками составит $\frac{1}{500}$.

Эта система предполагает использование двух датчиков для каждого размера. Человек трудоустроен после принятия одного-дюймовый решеткой пластины с отверстием в нем $1\frac{1}{1000}$ дюйма в диаметре и еще одно отверстие $\frac{999}{1000}$ дюйма в диаметре. Один из них - это индикатор "входит", другой - "не входит". Так что все, что ему нужно сделать, чтобы быть совершенно уверенным в правильности своей работы, - это убедиться, что его можно просунуть в одно из этих отверстий, но нельзя в другое. Можно заметить, что при настройке точных измерительных приборов совсем нет проблем, достаточно просто пластины с двумя отверстиями, и рабочий может быть уверен, что у него получается изделие, каждое из которых практически правильно, без каких-либо отклонений, кроме небольшого неравенства, слишком малого, чтобы иметь значение.

И, вероятно, в какой-то другой части фабрики есть человек, делающий изделия, в каждом из которых есть отверстие, в которое должен пролезть этот брус. Как ему это удастся? Он снабжен датчиком, напоминающим по форме гантель, один конец которой немного больше другого. Один конец предназначен для "входить", другой - для "не входить". Если отверстие,

которое он проделает, позволит первому войти, но откажет второму, то он знает, что это отверстие достаточно близко к предполагаемому размеру, чтобы соответствовать своему назначению.



С разрешения

компании Mining Engineering Co., Шеффилд

Команда горноспасателей

Эти люди оснащены дыхательными аппаратами, которые позволяют им безопасно проходить сквозь смертоносные пары после взрыва, чтобы спасти своих несчастных товарищей

В упомянутых примерах тысячная доля дюйма в любом направлении упоминалась как предел неточности, или "допуск", как его иногда называют, но часто пределы намного уже. В качестве примера можно привести сами датчики, поскольку они должны быть верны, скажем, с точностью до десяти тысячной или даже меньше. И они тоже проверяются мастер-датчиками еще более высокой степени точности, изготавливаются самыми трудоемкими методами и проверяются снова и снова, чтобы достичь предельных пределов правильности.

Таким образом, эта методическая "научная" система "предельных датчиков" основана на принципе наличия одного датчика, ограничивающего погрешность одним способом, а другого, определяющего ее другим. Что-либо более простое или эффективное было бы невозможно представить. Во многом благодаря этой системе многие производимые изделия сейчас намного дешевле, чем были раньше. Поскольку это позволяет производить каждую отдельную деталь оптом в больших масштабах на машинах, специально приспособленных для этой работы, управляемых людьми, специально обученными работать с ними, с практической уверенностью, что эти детали, собранные вместе, будут подходить друг к другу.

В заключение, есть еще один очень интересный инструмент, который сначала был создан для чисто утилитарного использования, а именно для исследования методов изготовления цветного стекла, но который впоследствии был применен к некоторым интересным проблемам чистой науки. Это называется "ультрамикроскоп".

Прежде всего следует отметить, что существует предел мощности обычного микроскопа, за пределы которого не может выйти мастерство оптика. В этот момент он сбив с толку не из-за какого-либо недостатка способностей с его собственной стороны, а из-за природы самого света. Непрозрачный объект, если только он не самосветящийся, каковыми являются немногие предметы, можно увидеть только в отраженном свете. Вообще говоря, мы видим вещи, потому что они в некоторой степени отражают падающий на них свет. Но свет состоит из волн, и когда мы достигаем объекта настолько малого, что его диаметр составляет примерно половину длины световой волны, тогда мы не можем его увидеть, потому что он не способен отражать свет из-за своей малости. Мы можем увидеть это в любой день на берегу моря, реки или большого пруда. Там очевидно, что волны и рябь отражаются такими предметами, как большие камни, деревянные столбы или что-либо любого размера, попадающее на их пути; но когда волна сталкивается с объектом, намного меньшим, чем она сама, она просто поглощает его, так сказать, обтекает его целиком или вокруг него, никоим образом не отражаясь от него. Точно так же обстоит дело и со световыми волнами; на них не влияют препятствия меньшего размера, и поэтому они не отражаются от них. По этой причине предметы размером менее примерно семитысячной доли миллиметра невозможно увидеть в микроскоп обычным способом.

Но если объект можно сделать самосветящимся, то его можно увидеть, независимо от его размера, если увеличить мощность микроскопа достаточно сильно. Таким образом, этот ультрамикроскоп, как его называют, на самом деле является обычным микроскопом максимально возможной мощности, с дополнительным устройством для придания крошечным частицам, которые ищут, самосветления. Это делается путем направления на них луча света чрезвычайной интенсивности. Генерируемый мощными дуговыми лампами свет концентрируется системой линз до тех пор, пока не достигнет почти невероятной яркости, после чего падает на объект.

На первый взгляд кажется, что это ничем не отличается от обычной процедуры с микроскопом, и, по-видимому, нет причин, по которым она должна быть более успешной, но объяснение таково: свет - это форма энергии, и волны этого очень интенсивного луча, падая на объект, приводят его в состояние сильного возбуждения, благодаря которому он сияет не отраженным светом, а своим собственным. Дело не в том, что волны отражаются, а в том, что они так встряхивают частицу, что она сама испускает световые волны. И, таким образом, она попадает в поле зрения человека.

Таким образом, были замечены не только мельчайшие частицы красящего вещества в стекле по отдельности, но и, как считается, были замечены сами молекулы вещества, или, если не молекулы по отдельности, то маленькие группы молекул, танцующих и скачущих, точно так же, как ученые люди годами верили, что они это делают, хотя они и не могли их видеть. Итак, здесь мы имеем пример, в котором производство помогло науке — инверсия обычного порядка вещей.

ГЛАВА XVI

ЦВЕТНАЯ ФОТОГРАФИЯ

Фотография познакомила многих широких слоев населения с отраслью практической науки, которая в противном случае их бы никогда особо не интересовала. Воздействие света на определенные химические вещества, последующее воздействие на то же самое других химических веществ, таких как проявители, тонирующие растворы и так далее, образуют очень хорошо известную область науки. И это тоже отрасль химии, в которой изобретатель-практик был очень занят. Поэтому усилия, предпринятые для изобретения способов получения фотографических изображений, которые придадут объектам их естественные цвета, вероятно, будут представлять особый интерес в книге, подобной этой.

Из них есть две очень хорошо известные системы, и на них мы в основном ограничим наше внимание.

Однако сначала следует отметить, что то, что мы обсуждаем, сильно отличается от простых "ортохроматических" пластинок, которые используют многие фотографы. Эти последние покрыты несколько иначе, чем другие пластины, с целью придания им более реалистичного изображения, но в результате они по-прежнему выполнены в одном цвете. На самом деле они немного более чувствительны к различиям в цвете, чем обычные пластины, так что цвета, которые при использовании последних кажутся практически одинаковыми, при использовании ортохроматических пластин выглядят немного иначе. Но даже в этом случае разница в цвете сфотографированного объекта проявляется только в различии оттенков на снимке. Объект, возможно, многоцветный, во всех цветах, очень вероятно, но картинка только в одном.

И от этого до цветной картинки очень долгий шаг. Действительно, решение проблемы в принципе очень простое, однако практические трудности настолько велики, что даже сейчас они не были полностью преодолены.

Давайте прежде всего рассмотрим принцип. Солнечный свет, с помощью которого обычно делаются фотографии, кажется глазу белым и бесцветным. Однако на самом деле это не так, что можно доказать, проанализировав это с помощью спектроскопа. В этом приборе плоский луч света, пройдя через узкую щель, падает на стеклянную призму, из которой он выходит в виде широкой полосы, известной как "спектр". Эту полосу можно увидеть на экране или рассмотреть в телескоп. Она не только белая и бесцветная, но и состоит из самых красивых цветов. На одном конце спектра находится красивый красный цвет, который по мере продвижения глаза незаметно переходит в оранжевый, который, в свою очередь, переходит в желтый, после чего мы находим зеленый, синий, индиго и фиолетовый в названном порядке. Эти семь известны как "основные цвета", но было бы большой ошибкой предполагать, что существует семь четко определенных цветов. Цвета настолько переходят один в другой, что их количество действительно бесконечно. Семь названий указывают на семь точек в спектре, при этом цвета достаточно отличаются от других, чтобы оправдать присвоение им отдельного названия. Например, мы называем исходный цвет красным, и, проводя глазами по нему, мы замечаем постоянное изменение, и когда это изменение становится достаточно заметным, чтобы оправдать наши действия, мы называем новый цвет "оранжевым". Продолжая, мы

обнаруживаем, что оранжевый превращается во что-то другое, и когда это заходит достаточно далеко, мы вводим третье название, желтый, и так далее до фиолетового. Таким образом, мы видим, что разделение на семь цветов произвольно и только для нашего собственного удобства, поскольку общее количество цветов неисчислимо.

Однако прохождение через призму - не единственное средство, с помощью которого белый свет может быть разделен. Например, когда солнце светит на голубой цветок, голубые лепестки частично отделяются; они отражают голубую часть солнечного света и поглощают все остальное. Красный цветок точно так же отражает красную часть солнечного света и поглощает остальную. Именно потому, что вещи могут таким образом различать, отражая некоторые виды света и поглощая остальной, мы воспринимаем вещи в разных цветах.

Отсюда следует, следовательно, что когда мы смотрим на пейзаж или цветущее поле, наши глаза воспринимают огромное разнообразие цветных огней. Белый солнечный свет наполняет каждую вещь, которую мы видим, потоком белого света, и каждая вещь, в соответствии со своей природой, отражает больше или меньше. Белый цветок отражает целое, чистый черный предмет не отражает ничего, но подавляющее большинство вещей отражает ту или иную часть того бесконечного разнообразия, из которого на самом деле состоит белый свет.

Таким образом, любой разнообразный вид посылает нашим глазам разнообразие цветов, почти такое же разнообразное, как цвета спектра, которые, как было сказано, бесконечны. И задача воспроизвести их или даже произвести аналогичный общий эффект на листе бумаги на первый взгляд кажется за гранью возможного.

Но, к счастью, существует способ, с помощью которого мы можем получать, во всяком случае, приблизительно, промежуточные цвета путем смешивания других. Второй цвет спектра, например, оранжевый, может быть получен путем смешивания его соседей с обеих сторон, а именно красного и желтого. Мы действительно можем очень точно воспроизвести незаметный переход от красного к желтому через оранжевый, искусно смешивая красные и желтые пигменты. Сначала идет чистый красный, затем добавляется лишь намек на желтый; все больше и больше желтого приводит нас к оранжевому; после чего, постепенно уменьшая количество красного, мы достигаем чистого желтого. Затем, вводя синий пигмент, мы можем постепенно превратить желтый в зеленый, и дальнейшие манипуляции с теми же двумя цветами приведут нас к чистому синему. Действительно, смешивая красный, желтый и синий цвета, мы можем получить почти все доступные восприятию разновидности цвета.

И следует помнить, что когда, смешивая синий и желтый пигменты, мы получаем эффект зеленого, это всего лишь результат оптической иллюзии. Частицы, из которых состоит желтый пигмент, остаются желтыми, а частицы синего остаются синими. Один вид отражает желтый свет для наших глаз, другой вид отражает синий свет, и из-за того, что в некотором смысле можно назвать дефектом нашего зрения, эти два вида, смешиваясь вместе, выглядят так, как если бы все вместе было зеленым. В спектре мы видим настоящий зеленый свет; от зеленой краски, полученной путем смешивания желтого и синего, мы видим только имитацию или искусственный зеленый цвет. Если бы частицы были достаточно крупными, мы бы видели желтые и синие совершенно раздельно, но поскольку они слишком малы, чтобы мы могли видеть их вообще, кроме как в массе, наши глаза смешивают все вместе в промежуточный цвет.

Таким образом, мы видим, что, хотя разнообразие цветов бесконечно, мы можем для практических целей воспроизвести столько различий, сколько способны воспринять наши глаза, разумным сочетанием трех цветов, а именно красного, желтого и синего.

И есть еще один удачный факт — мы можем фильтровать свет. Красное стекло, которым фотограф закрывает свою лампу в темной комнате, выглядит красным и отбрасывает красный свет в комнату, потому что оно действует как фильтр для света, исходящего от лампы за ним. Лампа излучает многоцветный свет, но стекло прозрачно только для красного. Оно задерживает все остальные, но пропускает красный свет свободно. Таким образом, если бы мы хотели сфотографировать через красный экран, то получили бы на пластинке только те участки, которые были более или менее красного цвета. Например, если бы мы таким образом сфотографировали группу из трех цветов, одного красного, одного оранжевого и одного желтого, красный выделялся бы заметно, оранжевый - слабо, а желтый - совсем нет.

Затем предположим, что мы снова сделали тот же снимок через желтый экран. В этом случае желтый цветок был бы заметен, оранжевый снова был бы слабым, но красный отсутствовал бы.

Получив в воображении два таких негатива, давайте сделаем два отпечатка под копирку, по одному с каждого. И пусть отпечаток с первого негатива будет красным, а со второго - желтым. Пусть каждый из них будет того же цвета, что и экран, через который был сделан снимок. Наконец, пусть две пленки соприкоснутся одна с другой. Что мы должны увидеть, поднеся их к свету?

Мы должны были бы увидеть красный цветок, потому что на одной пленке был бы четко очерчен красный цветок, совпадающий с пустым прозрачным пространством на другой пленке. Мы также должны были бы увидеть желтый цветок, поскольку четко очерченный желтый цветок на второй пленке совпадал бы с четким пробелом на первой. Мы увидели бы также цветок оранжевого цвета, потому что на каждой пленке было бы его бледно-красное изображение и бледно-желтое изображение, лежащие друг на друге, производящие тот же эффект, что и смесь желтого и красного пигментов. Таким образом, пропустив два негатива через два цветных экрана, а затем раскрасив отпечатки в соответствующие цвета, мы можем получить готовое изображение в трех цветах.

Снимая третий негатив через синий экран, мы могли бы значительно расширить доступную цветовую гамму. Действительно, с помощью трех пленок, красной, желтой и синей соответственно, снятых на трех экранах одного цвета, можно получить практически бесконечное разнообразие цветов.

Итак, принцип довольно прост; трудность заключается в его выполнении. Поскольку три вида света обладают неодинаковой фотографической силой, и поэтому, чтобы не нарушать "баланс" цветов, для каждого из них потребовались бы разные экспозиции. Кроме того, существует трудность манипулирования пленками таким образом, чтобы они точно накладывались одна на другую. Любой, кто пробовал работать с копировальными отпечатками, легко поймет, насколько это было бы сложно. Это возможно, и это было сделано, но процесс слишком неопределенный и слишком трудоемкий, чтобы его можно было использовать повсеместно.

Но тот же результат может быть достигнут более или менее автоматически, как будет показано в следующих описаниях.

Давайте обратимся к процессу автохромирования Lumière, с помощью которого желаемые результаты могут быть в значительной степени достигнуты сравнительно простыми методами манипулирования.



компании *Mining Engineering Co., Ltd.*, Шеффилд

С разрешения

Пневматический перфоратор

Этот инструмент используется шахтерами для проделывания отверстий в твердых породах перед взрывными работами. Обратите внимание на брызги воды, которые предотвращают поднятие каменной пыли и попадание в легкие шахтера.—См. стр. 220

Пластины, используемые для этого, имеют совершенно особую природу. Во-первых, основа состоит из стекла, а поверх него укладывается то, что мы могли бы назвать селективным экраном. Это слой чрезвычайно мелких зерен крахмала. Их размер составляет всего полутысячную дюйма, а на каждом квадратном дюйме пластины их около четырех миллионов. Затем на сито из крахмальных зерен наносится слой водостойкого лака, а поверх него - обычная чувствительная эмульсия, которая является неотъемлемой частью обычной неокрашенной пластины.

Теперь зерна крахмала, образующие сито, перед укладкой окрашиваются в три цвета. Некоторые из них синие, некоторые красные, а некоторые желтовато-зеленые, что, как показывает опыт, предпочтительнее чистого желтого. Разноцветные зерна хорошо перемешиваются, и когда сито подносят к свету и смотрят сквозь него, получается эффект почти прозрачного стекла. Это потому, что красные лучи от красных зерен, а также зеленые и синие лучи от зерен этих цветов поступают в глаз смешанными вместе.

Эта пластина устанавливается в фотоаппарат не так, как обычно, поскольку стеклянная сторона повернута к объективу. Таким образом, свет, попав в камеру, проходит через стекло, затем через экран и, наконец, попадает на чувствительную пленку.

Предположим, тогда, что камера направлена на красную стену; красный свет падал бы на пластинку и, проходя через красные зерна, воздействовал бы на чувствительную пленку за ними. Синие и зеленые зерна, с другой стороны, задерживали бы падающие на них лучи, и поэтому те участки чувствительной пленки, которые они покрывают, оставались бы незатронутыми светом. Затем, если бы эту пластинку проявили, на пленке под каждым красным зернышком образовалось бы темное непрозрачное пятно, при этом пленка под другими зернышками оставалась бы прозрачной. Следовательно, если поднести пластинку к свету и посмотреть на нее сквозь него, она будет казаться зеленовато-голубой, так как все красные крупинки будут покрыты.

Аналогичным образом, если бы стена была синей, а не красной, получилась бы зеленовато-красная тарелка, в то время как если бы она была зеленой, тарелка была бы фиолетовой в результате сочетания красного и синего.

Но это, как будет видно, эффект шиворот-навыворот, полная противоположность тому, чего мы хотим, так что нам повезло, что с помощью простого химического метода мы можем все исправить. После первого проявления обычным способом пластину помещают в другую ванну и подвергают воздействию сильного дневного света, в результате чего те части, которые были затемнены при первом проявлении, становятся прозрачными, а те части, которые были прозрачными, становятся непрозрачными. Таким образом, после этого двойного проявления фотографии красной стены мы оказываемся в распоряжении красной пластины, на которой видны только красные зерна, поскольку все остальные скрыты непрозрачными участками чувствительной пленки. Фотография синей стены также, после того как она была подвергнута двойной проявке, будет иметь только синий цвет, и то же самое с зеленой.

Но предположим, что вместо красной или синей стены мы фокусируем нашу камеру на той, которая наполовину красная, наполовину синяя. Тогда легко понять, что мы получим пластинку, которая наполовину одного цвета, а наполовину другого. Более того, из этого следует, что стена, покрытая мозаикой красного, синего и зеленого цветов, дала бы нам тарелку, должным образом окрашенную таким же образом.

Но когда мы идем дальше и фотографируем, скажем, пейзаж, который может содержать обширную цветовую гамму, нам трудно поверить, что все они могут быть переданы простым процессом покрытия или оставления непокрытых зерен синими, красными или зелеными. Однако это можно сделать, поскольку другие цвета могут состоять из двух или более из этих трех в различных пропорциях. Например, если в ландшафте есть что-то более темного, более синего, оттенка зеленого, чем зеленые зерна, то свет, исходящий от этого объекта, свободно проходя через зеленые зерна, на которые он падает, будет слегка проникать и через соседние синие зерна, и поэтому в этой точке на пластинке будут видны не только зеленые зерна, но и некоторые из синих зерен, частично видимые также. Свет от синих зерен попадет в глаз вместе со светом от зеленых зерен, и тем самым добавит к зеленому ровно столько синего, чтобы придать ему нужный оттенок.

Таким образом выстраивается вся картина. Конечно, на самом деле это мозаика, состоящая целиком из маленьких цветных пятен, но поскольку они такие маленькие, ни одно из них нельзя разглядеть по отдельности, все сливаются в глазу, образуя картину, в которой цвета незаметно переходят один в другой.

Итак, подводя итог, можно сказать, что происходит вот что. Мы начинаем со слоя цветных зерен; процесс получения и проявления фотографии скрывает некоторые из этих зерен и оставляет открытыми другие, а действие света таково, что те, которые остаются видимыми, создают изображение, очень похожее на оригинал не только по форме, но и по цвету.

Но есть еще один интересный момент в этом процессе, который заслуживает упоминания. Разноцветные огни на фотографиях имеют разную мощность. Красный свет, как мы хорошо знаем, очень слаб в этом отношении, поэтому мы используем его в темной комнате. Слабый красный свет не окажет заметного воздействия на пластину, если только она не будет находиться под его воздействием в течение некоторого времени. Синий свет, с другой стороны, очень активен, и если бы синему и красному свету было позволено одинаково воздействовать на автохромную пластину, результат был бы слишком синим. Поэтому необходимо как бы ограничить синий свет, поместив "красновато-желтоватый" экран либо непосредственно перед линзой, либо сразу за ней, чтобы отсечь часть синих лучей.

Другой очень успешный процесс известен как диоптихромный процесс Дюфэ. Он очень мало отличается от Lumière, за исключением деталей: селективный экран сформирован из маленьких цветных квадратов, а не из массы мелких зерен.

Следует заметить, что в обоих случаях результатом является единственный позитив. В отличие от обычной фотографии, это не негатив, с которого можно сделать любое желаемое количество положительных отпечатков. И, более того, это прозрачность: ее нельзя увидеть иначе, как при свете, проникающем сквозь нее. Однако результаты получаются чрезвычайно красивыми, когда все сделано хорошо, и любой, кто захочет попробовать любой из этих методов работы, будет хорошо вознагражден за связанные с этим хлопоты.

ГЛАВА XVII

КАК НАУКА ПОМОГАЕТ ПОСТРАДАВШЕМУ ШАХТЕРУ

Нет ничего более характерного для нынешнего века, чем забота, которая совершенно справедливо затрачивается на комфорт и безопасность тех, кто выполняет физический труд в обществе. Для этой цели свободно используются научные знания и навыки, и можно привести несколько очень интересных примеров по-настоящему научных методов, которые были разработаны не только для предотвращения травм любого рода, но и для оказания помощи тем, кто, несмотря на эти меры предосторожности, может стать жертвой болезни или несчастного случая.

Уже приводился пример научного исследования природы взрывов на шахтах и наилучших средств их предотвращения. Мы видели там, как щедро тратились средства на обустройство экспериментальной галереи или искусственного котлована и как были задействованы самые хитроумные механические и электрические устройства, чтобы выяснить, что именно происходит при взрыве. Рассказывалось о том, как эти расследования с уверенностью выявили истинную причину взрывов и тем самым проложили путь к их предотвращению.

Но при всем этом по-прежнему время от времени происходят катастрофы, происходящие, порой, на самых лучших и тщательно управляемых угольных шахтах. И поэтому по-прежнему необходимо позаботиться о спасении несчастных мужчин, которые пострадали.

Здесь стоит отметить, что взрывы в угольных шахтах, учитывая все обстоятельства, являются очень редким явлением. Из-за их драматической внезапности и количества жизней, которые обычно уносятся в результате одной катастрофы, мы склонны преувеличивать их серьезность в нашем сознании и представлять жизнь шахтера как очень опасную. На самом деле, ожидание жизни, как это называют страховщики, у шахтеров столь же велико, как и у любого другого вида физического труда. И из тех, кто действительно встречает безвременную кончину, больше погибает в результате отдельных несчастных случаев, в которых участвуют один или два человека, чем в результате крупных катастроф.

В отношении этих единичных случаев наука практически бессильна. По большей части они происходят из-за падения материала с крыши шахты или какого-либо простого несчастного случая подобного рода, вызванного ошибкой суждения или невнимательностью со стороны коллег по работе, и единственной гарантией от такого является самый тщательный и систематический надзор, который, во всяком случае, в Великобритании строго соблюдается. Персонал подполья очень тщательно организован с этой целью, и за всем этим следят правительственные инспекторы. Никакие научные исследования или изобретения не помогут в этих вопросах.

Однако со взрывом или пожаром дело обстоит иначе, поскольку здесь в игру вступают тонкие силы и странные химические воздействия, с которыми наука особенно хорошо справляется.

Очень многие люди впервые узнали об организованных, обученных и научно оснащенных спасательных отрядах во время ужасной катастрофы в Курьере во Франции, когда погибло более 1000 человек. Ибо тогда из Германии поспешила группа с аппаратурой и сыграла заметную роль в спасательных операциях. Но, к сожалению, очарование их выступления было несколько омрачено тем фактом, что после того, как они сделали все, что могли, и снова разошлись по домам, было спасено еще больше людей. Многие, прочитав об этом факте, были склонны насмехаться над "новомодными" идеями, думая, что, в конце концов, старый способ работы с группой храбрых, но необученных и часто невежественных добровольцев был лучше, чем новый способ работы с экипированными и обученными людьми. Определенно, казалось, что первый преуспел там, где второй потерпел неудачу. Но это было большой ошибкой, как показали последующие события, и, по всей вероятности, это было связано с тем фактом, что необученная группа была местными жителями, досконально знакомыми с шахтой, на которой они работали, ее географией и особыми местными условиями, в то время как обученные люди приехали издалека.

В любом случае новаторская работа немцев в области создания спасательных команд была полностью оправдана тем фактом, что другие люди копировали их, и никто так тщательно, как власти Великобритании, занимающиеся добычей полезных ископаемых. Действительно, мы видим здесь еще один пример замечательного способа, которым британцы, хотя и немного медленно воспринимают новую идею, все же подхватывают ее, когда она однажды утвердилась, и таким образом, что вскоре они становятся одними из первых в ее использовании. Немцы, надо отдать им должное, основали спасательные команды, но на данный момент в Британии есть спасательные команды и станции для их подготовки, не имеющие аналогов в мире. Из них есть великолепный пример в долине Рондда, в Южном Уэльсе, который поддерживается и работает владельцами шахт в этом районе, а также другими в Абердэре, в том же районе, в Мэнсфилде, для обслуживания угольных шахт в Дербишире и Ноттингемшире; действительно, спасательные станции сейчас разбросаны по всем шахтерским районам.

Общая идея этих станций заключается в следующем. Здание расположено в центре района, который оно предназначено обслуживать, и в нем хранится достаточный запас необходимых приспособлений в виде дыхательных аппаратов, которые позволяют людям невредимыми проходить через ядовитый газ, реанимационных аппаратов, с помощью которых частично задохнувшихся людей можно вернуть к жизни путем подачи кислорода вместе с большим количеством этого ценного газа в подходящих переносных баллонах. Все, что предусмотрительность может предложить как потенциально полезное в чрезвычайной ситуации, поддерживается в постоянной готовности. И все это время наготове стоит скоростной автомобиль, чтобы доставить их к месту проведения операций.

Но от этих приборов мало толку без людей, которые с ними работают, которые знают их и могут им доверять. Случай с Давидом, который чувствовал, что может лучше обращаться со своей пращой и камнем, чем со всеми доспехами Саула, потому что он "не доказал этого", типичен для универсального человеческого инстинкта. Человек чувствует себя в большей безопасности безоружным или просто вооруженным, чем с самым совершенным оружием, в котором он не научился доверять. И поэтому людей, которые могут быть призваны работать с этим аппаратом, сначала учат доверять ему. На каждой станции есть свой инструктор, который обычно также

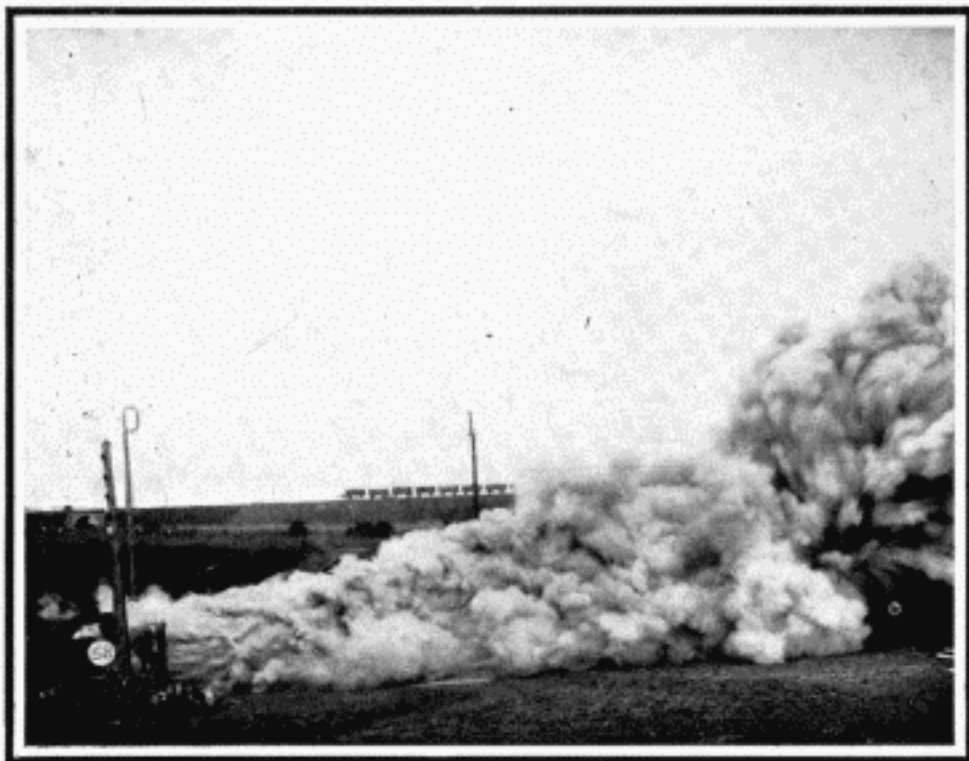
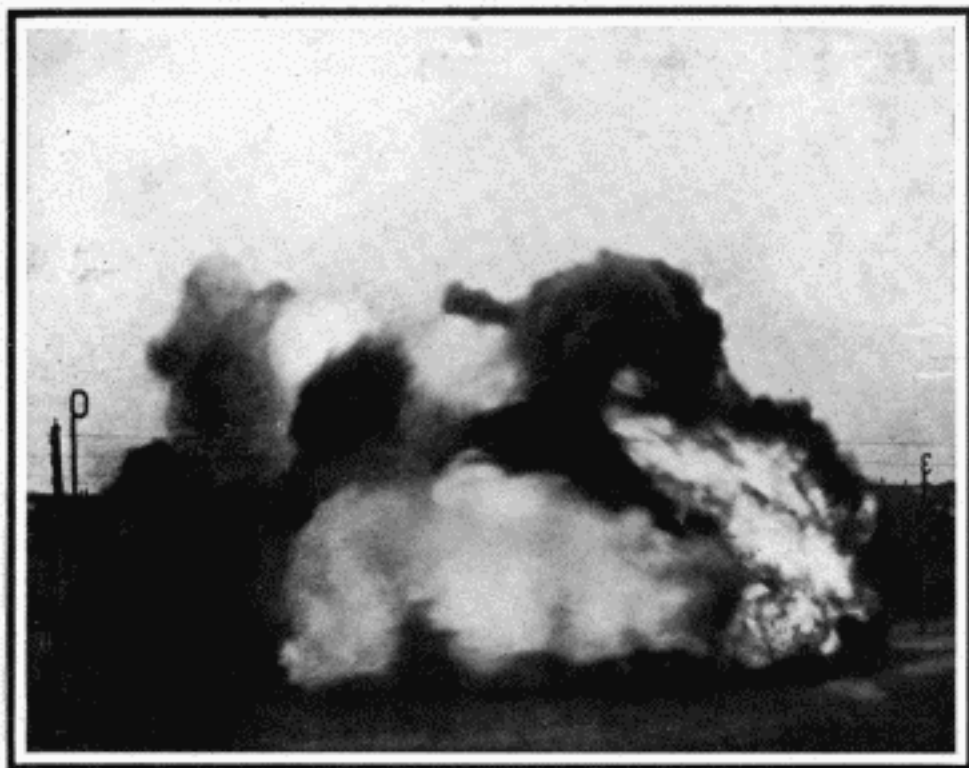
является генеральным инспектором станции, и "галереи", в которых можно проводить инструктаж.

На каждой шахте требуются добровольцы, и отбирается несколько наиболее подходящих мужчин для прохождения обучения, причем предпочтение, вполне естественно, отдается тем, кто уже обучен, как, к счастью, в наши дни очень многие рабочие, работе скорой помощи.

Затем эти избранные люди периодически отправляются на станцию, чтобы пройти надлежащий курс обучения. Инструктор, часто бывший унтер-офицер королевских инженерных войск, привыкший, таким образом, к инженерным вопросам, а также к систематической дисциплине, проводит с ними курс строевой подготовки, целью которого является научить их работать вместе, как отделение, под командованием должным образом сформированного начальника. Таким образом, когда вас призвут в какой-нибудь чрезвычайной ситуации, не возникнет путаницы, но каждый человек будет знать, что делать, и несколько коротких командных слов от начальника послужат лучше, чем долгие объяснения, которые были бы необходимы в недисциплинированном подразделении. Он как бы сваривает отдельных людей в бесперебойно работающую машину, тем самым повышая эффективность всего комплекса. И принимаются меры, согласно которым, в случае неудачи лидера, другой человек немедленно и беспрекословно занимает его место у власти.

Затем, приучив их таким образом к соответствующей дисциплине, инструктор ведет своих людей в экспериментальную галерею. Это можно описать как длинный, низкий, узкий сарай, в котором находятся деревянные подпорки и балки, рельсы на полу, кучи угля, фактически все предметы, которые могут сделать его очень похожим на настоящие выработки угольной шахты после того, как они были потрясены и разрушены силой взрыва.

Большая трудность при настоящей катастрофе возникает из-за так называемых "падений". Крыша шахты обычно поддерживается бревнами, и они смещаются при взрыве, так что в некоторых местах многие тонны земли, из которых состоит крыша шахты, обрушиваются и полностью блокируют "дороги" или туннели, которые сообщаются от шахты к местам, где работают люди. Их, конечно, придется убрать или прорыть, прежде чем удастся добраться до людей, заточенных в отдаленных выработках. Спасательная группа, конечно, не ждет, чтобы расчистить весь этот мусор, а только настолько, чтобы они могли проползти через него, но даже тогда это часто представляет собой пустую трату драгоценных часов и большие усилия, чтобы преодолеть "падение". Поэтому время от времени на галерее совершаются "падения", чтобы мужчины могли попрактиковаться в обращении с ними.



С разрешения У. Э.

Гарфорта, эсквайра, Понтефракта,

Искусственная угольная шахта

На этих двух фотографиях видны облака пламени и дыма, выходящие из устья "Искусственной угольной шахты" во время экспериментов, описанных в тексте

Возможно, было бы интересно вкратце рассказать о тренировках, которым подверглись мужчины на спасательной станции в Мэнсфилде. В таком случае, следует отметить, галерея сделана двойной, чтобы люди могли идти в одну сторону и возвращаться другой обратно к исходной точке. Надев дыхательные аппараты, они входят в галерею, которая, кстати, заполнена дымом и зловонным газом. Проходя по ней, они сталкиваются с двумя обвалами, которые они должны преодолеть; затем они должны установить двенадцать деревянных подпорок, которые могут потребоваться для поддержания безопасности поврежденной дороги в шахте; все это они проделывают три раза. Затем от них требуется принести и уложить 250 кирпичей, что также может понадобиться в случае реальной чрезвычайной ситуации, после чего они должны починить "скатерть" в части галереи. Конечно, одной из первых обязанностей спасательной группы является восстановление циркуляции воздуха в шахте, а хлопчатобумажная ткань - это грубая ткань, которая используется для направления воздушных потоков. После этого они должны взять манекен, изображающий человека из 14 камней, положить его на носилки и пронести по галерее через водопад. Наконец, они восстанавливают древесину, кирпичи и ткань, и их очередь работать закончена. Общее время, необходимое для этого, составляет два часа, и в течение всего этого периода они, конечно, дышат не естественным воздухом, а искусственной атмосферой, обеспечиваемой для них аппаратом, которым снабжен каждый человек. Главный момент этой части обучения, как уже было отмечено, состоит в том, чтобы приучить мужчин носить аппарат и выполнять в нем работу. Таким образом, они обретают уверенность в нем и узнают, что он не подведет их во время испытания.

Курс обучения состоит из десяти упражнений, подобных описанным выше, после которых бойцов призывают два раза в год, просто чтобы освежить их воспоминания.

Одна сторона галереи застеклена, так что инструктор может наблюдать за работой своих людей, не находясь внутри самостоятельно, а также есть запасные двери, которые можно открыть, чтобы выпустить человека, если испытание окажется для него непосильным. Необходимые "пары" образуются в печи и направляются в галерею вентилятором. Станции прекрасно оборудованы, с ваннами, в которых мужчины могут помыться после своего несколько грязного пребывания в галерее, и все сделано для их удобства и благополучия.

Преимущество такого систематического обучения большого количества людей заключается в том, что на каждой шахте есть люди, которых можно вызвать в случае необходимости. Команда незнакомцев, как уже отмечалось, частично потерпела неудачу в Курьере, в основном потому, что они были незнакомцами, но когда у каждой шахты есть готовая команда, состоящая из своих людей, тогда, очевидно, есть наибольшие шансы на успех. Центральный вокзал округа является тренировочным полигоном, куда люди приезжают со всех угольных шахт, чтобы получить опыт и инструкции, и где хранится запасной склад оборудования. Во многих случаях, конечно, на угольных шахтах есть собственное оборудование, так что работу можно начать сразу, не дожидаясь этого от спасательной станции, но последняя служит резервом на случай необходимости и, находясь под присмотром специалиста, естественно, всегда находится в наилучшем рабочем состоянии.

Чтобы дать представление о стоимости этих станций, можно указать, что одна в Порту, в долине Рондда, стоила, включая оборудование, 7000 фунтов стерлингов, в то время как другая в

Мэнсфилде - 3000 фунтов стерлингов. Эти первоначальные затраты и расходы на техническое обслуживание несут угольные шахты округа пропорционально количеству добытого ими угля.

А теперь мы можем обратиться к самому аппарату, без которого уже описанная организация не имела бы особой ценности.

Существует несколько их марок, но описание конкретного оборудования, используемого на двух упомянутых станциях, послужит иллюстрацией. Цель, конечно, состоит в том, чтобы дать владельцу его собственную атмосферу, которую он может носить с собой повсюду и которая сделает его совершенно независимым от обычной атмосферы и совершенно безразличным к ядовитой природе окружающих его газов. С этой целью его рот и ноздри должны быть полностью отрезаны от внешнего мира. Есть два способа сделать это. В одном из них используется шлем, или, возможно, маска будет лучшим термином. Он надевается прямо на лицо мужчины, поскольку между шлемом и его головой образовано герметичное соединение с помощью резиновой шайбы, которую можно надувать воздухом. Надувание осуществляется путем сжатия резинового шарика с правой стороны шлема. В центре находится стеклянное окно, через которое он может легко видеть, и поскольку оно может затуманиться от сырости его дыхания, внутри есть стеклоочиститель, который можно повернуть с помощью ручки снаружи, так что, просто повернув ручку рукой, он может вымыть окно в любое время, когда это может потребоваться. Две мягкие подушечки внутри шлема, одна из которых находится на лбу человека, а другая - на подбородке, и они, работая в сочетании с ремешком, который проходит прямо вокруг его затылка, надежно удерживают шлем в нужном положении. Кроме того, к шлему прилагается кожаная тубетейка, которая, опускаясь сзади, обеспечивает хорошую защиту головы и шеи.

Другая форма аппарата состоит из мундштука и зажима для носа. Мундштук, как следует из его названия, помещается во рту мужчины, поддерживаемый и удерживаемый в нужном положении ремешком, проходящим за затылком. К нему прилагается маленький винтовой зажим, который закрывает его ноздри. Мужчина также носит кожаную тубетейку, от которой зависят ремешки, чтобы выдерживать вес мундштука и прикрепленных к нему трубок, чтобы вес не приходился ему на рот.

Очевидно, что любое из этих устройств отключает его от связи с внешним воздухом, но это только половина проблемы, поскольку ему необходимо предоставить замену, иначе он задохнется.

Эту часть прибора он носит на манер рюкзака за спиной. Сначала находится прямоугольный корпус, называемый регенератором, а под ним - два небольших баллона со сжатым кислородом. Подходящее расположение трубок соединяет их вместе и, в зависимости от обстоятельств, со шлемом или мундштуком.

Как мы все знаем, когда человек выдыхает, воздух, который он затем выпускает из своих легких, не богат кислородом и вместо него содержит углекислый газ. От последнего необходимо избавиться и заменить его чистым кислородом. Таким образом, выдыхаемый воздух направляется по трубе в регенератор, где он вступает в контакт с несколькими ванночками с каустической содой - химическим веществом, обладающим большим сродством к углекислоте. В результате последний газ извлекается из загрязненного воздуха, находя более подходящее применение в каустической соде. Затем необходимо восстановить нормальное количество

кислорода, и поэтому, когда воздух проходит дальше, он встречает в маленьком устройстве, известном как инжектор, струю чистого кислорода из баллонов. Таким образом, после очистки и повторного насыщения кислородом воздух проходит по другим трубкам в шлем или загубник, чтобы им можно было вдохнуть еще раз. Аппарат содержит достаточное количество кислорода и едкого натра, чтобы это продолжалось в течение двух часов.

Но во время чрезмерных нагрузок человеку требуется больше воздуха, чем в другие моменты, о чем необходимо позаботиться, и поэтому на груди спасатель носит гибкий мешок, разделенный на два отделения. Через один из них выдыхаемый воздух проходит по пути к регенератору, в то время как через другой насыщенный кислородом воздух поступает в рот человека. Затем, когда он тяжело дышит, в момент чрезмерного напряжения, и, следовательно, когда он выпускает плохой воздух быстрее, чем его можно очистить, и втягивает чистый воздух быстрее, чем его можно произвести, этот мешок приходит ему на помощь. Из запаса насыщенного кислородом воздуха на одной стороне он извлекает то, что ему требуется, в то время как на другой стороне временно накапливает избыток загрязненного воздуха, пока регенератор не сможет выполнить свою работу. Таким образом, в любое время, независимо от того, дышит ли он обычно или тяжело, аппарат может реагировать на его требования.

Струя кислорода, выходящая из баллонов в инжектор, приводит в движение воздух, так что циркуляция по трубкам и регенератору происходит автоматически, и загрязненный воздух выходит изо рта человека, а новый воздух возвращается к нему совершенно без усилий с его стороны. Конечно, время идет, запасенный кислород заканчивается, давление в баллонах падает, и это падение, показанное на маленьком манометре, показывает человеку, сколько у него еще времени, прежде чем ему придется вернуться за новыми порциями кислорода и содовой. Новые баллоны с кислородом могут быть очень быстро подключены вместо пустых, в то время как свежий регенератор или новая каустическая сода могут быть поставлены за очень короткое время.

Суперинтендант станции Мэнсфилд изобрел так называемое устройство "самоспасения", предназначенное для использования в сочетании с тем, что было описано выше. Он проще и легче спасательного аппарата и не обеспечит человека воздухом более чем на час или на час с четвертью. Более того, это не происходит автоматически, поскольку поступление кислорода должно контролироваться самим человеком. Поскольку, однако, он состоит только из загубника, дыхательного мешка и баллона с кислородом, он очень портативен и вполне может быть использован спасательной группой для использования любыми людьми, которые могут быть обнаружены живыми за пределами опасной зоны. Вполне может случиться, и действительно, это часто случалось, что отдаленная часть шахты, хотя и отрезанная от ствола проходами, полными "остаточной влаги", как называют зловонные газы, вызванные взрывом, сама по себе может содержать довольно чистый воздух, в котором люди могут жить долгое время. Если до таких людей удастся добраться, трудность будет заключаться в том, чтобы провести их через проходы, содержащие плохой воздух. Следовательно, спасательная группа, имевшая при себе одно или два таких легких устройства, могла бы снабдить ими таких людей, и тогда они могли бы безопасно выйти наружу.

Другое применение, собственно, из-за которого прибор получил свое название, - это легкость, с помощью которой человек может устранить случайную неисправность в своем обычном спасательном устройстве. Предположим, например, что полностью экипированный человек

обнаружил что-то не так, в результате чего ему помешали получить надлежащий запас очищенного воздуха. Затем, если у участника был с собой один из наборов для самоспасения, он мог снять свой шлем или мундштук, быстро заменив его на время мундштуком для самоспасения. Это могло бы позволить ему добраться до безопасного места или даже привести в порядок другое устройство, а затем надеть его еще раз. Все это можно упаковать в небольшой жестяной футляр, который можно перекинуть через одно плечо, а с кислородным баллоном, перекинутым через другое, мужчина может довольно легко нести всю экипировку в дополнение к тому, что надето на нем самом.

В этих спасательных экспедициях вполне можно взять с собой дыхательный аппарат еще одной формы, и это оживляющий аппарат, предназначенный для использования с теми, кто, по-видимому, перестал дышать. В этом случае на рот и нос пострадавшего надевается маска, а затем поворот рычага в определенное положение заставляет кислород выходить из баллона таким образом, чтобы вызвать всасывание, которое освобождает легкие человека от вредных газов, которые привели к его истощению. Покончив с этим, еще одно движение рычага, и вместо него в легкие поступает глубокий вдох кислорода. Таким образом, за счет чередования положений рычага искусственное дыхание становится гораздо более эффективным, чем может быть достигнуто обычным методом перемещения рук человека и надавливания на его грудную клетку. Действительно, бывают случаи, например, когда у него повреждены руки или ребра, когда обычный метод невозможен, но трудно представить случай, когда этот благотворный аппарат нельзя было бы использовать, и пока в бедняге остается хоть какая-то искра жизни, по-видимому, есть все основания ожидать полного возрождения в результате его использования.

Конечно, есть много других мест, где вероятно встреча с ядовитыми газами, таких как газовые заводы, химические заводы, известковые заводы и так далее, где это оборудование можно с пользой сохранить на случай аварии.

Действительно, все, что было описано выше, имеет свое применение помимо шахтных взрывов, хотя они представляют собой выдающиеся возможности для его применения. Старые выработки, туннели, которые какое—то время были пусты, канализация - во все это иногда приходится заходить, не говоря уже о домах, полных дыма, или заводах, полных химических испарений, - все это создает ситуации, в которых спасательный аппарат нашел бы полезное применение.

ГЛАВА XIX

КАК НАУКА ПОМОГАЕТ ПОДДЕРЖИВАТЬ НАШЕ ЗДОРОВЬЕ

Одна из отраслей науки - медицина — занимается почти исключительно вопросами здоровья, но было бы неуместно упоминать здесь о подобных вопросах, даже если бы автор настоящей статьи был способен отдать должное этому предмету. Новое лекарство или новый метод оперирования страдающего пациента было бы совершенно правильно охарактеризовать как научное чудо, но эта глава посвящена не таковому, а скорее тем великим работам, с помощью которых инженер, часто обучаемый врачом, способствует здоровью целого сообщества.

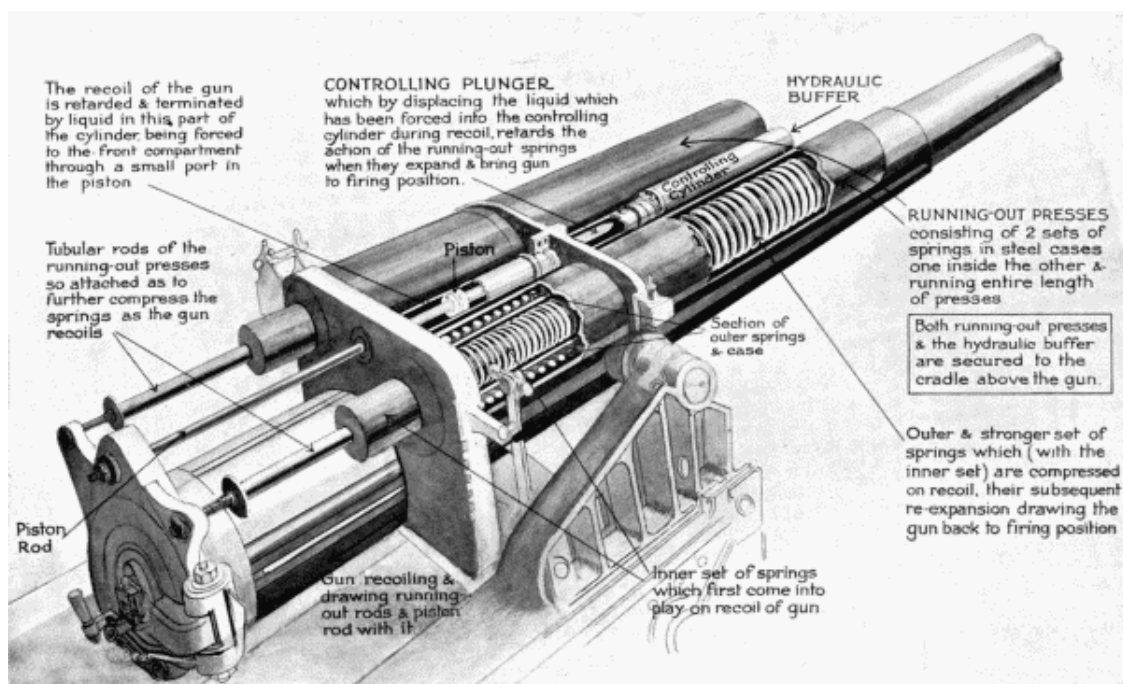
Возможно, самым важным из них является обеспечение чистой водой. Некоторые места в этом отношении расположены более удачно, чем другие, поскольку находятся рядом с чистыми и незагрязненными ручьями, стекающими с гор, которые можно пить после минимальной очистки. Другим приходится использовать воды умеренно чистых рек, как, например, в Лондоне, Темзы и Ли, и в этих случаях необходимо проявлять наибольшую осторожность при фильтрации жидкости, прежде чем ее можно будет направить по магистрали для бытового потребления.

В этой конкретной области изобретение шло сравнительно медленно. Правда, существуют новые насосы для перекачки воды, такие как газовый насос Хамфри, который Столичный департамент водоснабжения (Лондон) установил для наполнения своих огромных резервуаров в Чингфорде. Движущей силой в них является взрыв газа. Вода под действием силы тяжести течет в огромную железную трубу, закрытую сверху, но открытую снизу. Он устроен таким образом, что в верхнем конце должно быть захвачено некоторое количество газа, который, взрываясь от электрической искры, вытесняет массу воды наружу. Часть его вместе с большим количеством пресной воды вскоре возвращается обратно, захватывая свежий запас газа и вызывая новый взрыв; и так продолжается снова и снова. Упомянутые конкретные насосы на гидротехническом сооружении сбрасывают около четырнадцати тонн воды при каждом взрыве, из которых девять происходят каждую минуту.

Однако особый эффект этих машин заключается не столько в улучшении общественного здравоохранения, сколько в облегчении государственного кармана, поскольку их главная особенность заключается в том, что они работают более экономично, чем насосы любого другого типа.

Фильтры, с помощью которых очищается вода, представляют собой просто слои песка, почти такие же, которые использовались в течение многих лет, хотя в некоторых случаях в них используется химия и работе фильтров способствует действие осадителей. Это вещества, которые каким-либо образом соединяются с примесями в воде и уносят их на дно резервуара, в то время как чистая вода остается для забора сверху.

Это также самый обычный метод смягчения воды. Жесткость воды обусловлена присутствием определенных солей, которые растворяются из грунта по мере просачивания через него воды и которые отсутствуют в дождевой воде. Чтобы избавиться от них, жесткая вода смешивается с химическими веществами в резервуаре, из которого она медленно перетекает в другой резервуар. Действие добавляемых химических веществ заключается в преобразовании растворимых солей в воде в нерастворимые частицы, которые затем имеют тенденцию оседать на дно емкости. Медленное прохождение через второй резервуар предназначено для того, чтобы дать частицам время осесть.



Вид в разрезе

гидравлического буфера и выпускных прессов 60-фунтовой пушки

Наконец, чтобы убедиться, что от всех них удалось избавиться, вода проходит через фильтр, после чего практически становится мягкой, как дождевая вода. Некоторые люди боятся этой искусственно смягченной воды на том основании, что в нее были добавлены химические вещества, предполагая, по-видимому, что, используя такую воду, они действительно используют химический раствор. Однако это совершенно неверно, поскольку добавленные химические вещества в сочетании с "жесткостью" образуют вещества, которые довольно легко извлекаются из воды в целом. Если мы сравним жесткость с количеством карманных в толпе, а добавленные химикаты - с количеством полицейских, которые приходят арестовывать указанных карманных, в конце концов освобождая толпу как от карманных, так и от полицейских, мы получим простую иллюстрацию того, что происходит.

Но почти столь же важным, как обеспечение чистой водой, является эффективное управление дренажом большого города. Много неприятной материи течет под улицами наших городов, и если мы не хотим, чтобы она стала помехой, с ней нужно бороться с научной точки зрения.

Много лет назад сточные воды Лондона просто сливались в Темзу, пока в 1864 году не были построены два больших водостока, по одному с каждой стороны реки и примерно параллельно ей, чтобы перехватывать старые стоки и переносить их содержимое в точки, расположенные на много миль ниже, к морю. Однако даже это ни в коей мере не уменьшило зло, поскольку просто перенесло его на новое место. Река была такой же грязной, как и всегда.

Уильям Моррис в "*Новостях Ниоткуда*" описывает ловлю лосося в Темзе у Челси, в то время как один из видных лондонских граждан, ссылаясь на то, что делается в направлении очистки реки, шутливо пообещал членам парламента немного порыбачить нахлыстом в Вестминстере. Следует опасаться, что эти два пророчества в равной степени далеки от реального осуществления, но они определенно указывают на тенденцию развития событий, поскольку наука позволила властям очистить многострадальную реку от значительной части загрязнений, которые они обычно в нее сбрасывали.

Первым большим шагом стало внедрение в 1887 году процедуры, в принципе очень похожей на только что описанную для смягчения воды. Жидкость из канализации собирается в большие резервуары, где в нее добавляются химические вещества, в результате чего более тяжелые вещества выпадают в осадок в форме, известной как "осадок".

Оставшаяся часть жидкости, или "сточные воды", как ее еще называют, сбрасывается в реку как раз во время отлива, так что ее сразу уносит прочь, и, будучи сравнительно безвредной, она действительно очень мало загрязняет реку. С другой стороны, осадок перекачивается в специальные пароходы, которые доставляют его в определенное место у устья Темзы, где сбрасывают в море. Течения в выбранном конкретном месте таковы, что ничто из этого не возвращается в реку.

Для аналогичной цели был использован электролиз. В этом процессе сточные воды пропускаются между двумя железными пластинами, которые подключены к источнику электрического тока так, что они образуют электроды, в то время как сточные воды являются электролитом. Ток разлагает жидкие сточные воды, вызывая осаждение хлора и кислорода на той пластине, которая образует анод. Это дезодорирует и очищает сточные воды, в дополнение к чему на железных пластинах образуются соли железа, в результате чего твердые частицы осаждаются. Таким образом, достигается тот же результат, что и при использовании химических веществ, основное отличие заключается в том, что вместо добавления химических веществ они образуются при прохождении тока.

Но, с научной точки зрения, самый интересный процесс из всех - это тот, при котором бактерии или микробы используются на службе. Большинству людей знаком тот факт, что существуют определенные мельчайшие организмы, вызывающие ужасные заболевания. Не так хорошо известно, что их еще больше, действие которых чрезвычайно благотворно. Автор видел этих мельчайших живых существ, описанных в популярной книге как "насекомые", но на самом деле они принадлежат к низшему отряду растительной жизни, и, как было сказано в предыдущей главе, несмотря на низкий статус в порядке сотворения мира, они способны осуществлять определенные химические процессы, которые ставят в тупик самых умных людей. Они особенно хороши, или, во всяком случае, некоторые из них, в образовании соединений, в состав которых входит азот. Кроме того, их можно разделить на два класса: аэробные и анаэробные. Первые лучше всего работают на воздухе, в то время как вторые нуждаются в отсутствии воздуха, пока они выполняют свои функции. После этого предварительного объяснения мы можем перейти к описанию того, как их побуждают выполнять эту ценную работу для человечества.

Сточные воды поступают в первую очередь в резервуар, из которого по возможности исключаются попадание света и воздуха. Там процветают и размножаются анаэробные микробы, которые в процессе своей жизнедеятельности превращают сточные воды в безвредную жидкость. Через соответствующий промежуток времени жидкость поступает в фильтрующие слои, где она просачивается через слои кокса, в результате чего она очень тщательно аэрируется, в результате чего аэробные микробы вступают в действие, завершая свою работу, так что не остается ничего, кроме чистой, бесцветной жидкости без запаха. На самом деле это нечто большее, поскольку микробы превратили вредное вещество в азотистые соединения, которые, как мы видели в предыдущей главе, являются лучшими удобрениями. Следовательно, эти сточные воды, попадая на почву, представляют большую ценность.

Преимущество этого для городов, которые не благословлены, таких как Лондон, широкой рекой и морем поблизости, не нуждается в объяснении.

Бактерии, необходимые для продолжения технологического процесса, всегда присутствуют в сточных водах, и после того, как какое-либо конкретное предприятие проработало некоторое время, происходит их накопление, так что со временем процесс становится все более и более активным. Изобретательность механиков привела к тому, что установку по удалению сточных вод в этой системе можно сделать полностью автоматической, практически не требующей внимания в течение нескольких месяцев, при этом неочищенные сточные воды поступают с одного конца, а безвредные сточные воды без запаха выливаются с другого.

И, более того, действие этих полезных бактерий настолько мощно, что, если болезнетворные микробы попадают в сточные воды, они вскоре уничтожают их. Никакие химикаты не нужны, поскольку бактерии восстанавливаются сами. Не остается осадка, все превращается в безвредные сточные воды. И, можно еще раз сказать, болезнетворные микробы уничтожаются. Из всех ценных изобретений современности это, безусловно, не последнее.

ГЛАВА XIX

СОВРЕМЕННАЯ АРТИЛЛЕРИЯ

Еще во времена крымской войны пушки, даже самые большие, изготавливались из этого чрезвычайно распространенного материала - чугуна. На самом деле, что касается материала, то не было никакой разницы между пистолетом и водопроводной трубой.

Именно потребность в каком-либо материале, обладающем прочностью, сравнимой со сталью, в сочетании с простотой производства чугуна побудила сэра Генри Бессемера поэкспериментировать в производстве стали. В результате этих экспериментов появились бессемеровская сталь и ее ближайший родственник, сталь Сименса, два материала универсального применения в настоящее время, так что потребностям артиллеристов мы обязаны двумя изобретениями, которые доказали свою бесконечную ценность как в мирное, так и в военное время.

Если о каком-либо конкретном оружии можно сказать, что оно является главным фаворитом у англоговорящих народов, то это большое морское орудие. И у британцев, и у американцев военно-морской флот занимает почетное место; обе нации с удовольствием созерцают количество имеющихся у них дредноутов, а отличительной чертой дредноута является большое количество крупнокалиберных орудий, которые он несет.

О последнем из этих гигантских орудий можно не говорить, но многое уже стало достоянием общественности относительно 12-дюймового орудия, которое было на первоначальном *Дредноуте*, и за которым, вероятно, в общих чертах следуют еще более мощные орудия самых последних кораблей.

Об оружии говорят по его "калибру", что означает внутренний диаметр, или, используя другое выражение, размер "канала ствола". Таким образом, "12-дюймовая" морская пушка имеет 12

дюймов в канале ствола. Ее длина в некоторых случаях составляет 45 калибров, а в других - 50 калибров. Другими словами, некоторые из них имеют длину 45 футов, а другие - 50 футов.

В чем разница? Кто-то может спросить. Ответ заключается в том, что более длинные - это улучшенный тип. Дополнительная длина обеспечивает большую дальность стрельбы и более сильные попадания, что становится совершенно очевидным после небольшого размышления. Взрывчатое вещество "срабатывает" и сразу же начинает направлять снаряд к дульному срезу. Пока снаряд находится в ружье, он выталкивается все быстрее и быстрее, но как только он покидает дуло, выталкивание прекращается, и снаряду остается следовать своим курсом по собственной инерции. Поэтому, вообще говоря, можно сказать, что чем длиннее ружье, тем выше будет скорость снаряда, вылетающего из дула, тем дальше он улетит и тем сильнее будет удар на данной дистанции.

Кстати, это объяснение раскрывает необходимость в различных видах взрывчатых веществ. Метательное вещество, функция которого заключается в выталкивании снаряда из пушки, отличается от того, которым заполнен сам снаряд. Первый должен действовать сравнительно медленно, чтобы он мог продолжать свое толкающее действие в течение всего времени, пока снаряд движется по орудию. Он мог бы быть очень мощным, но если бы его действие было слишком внезапным, оно просто разорвало бы пушку, не придавая снаряду большой скорости. Однако по прибытии в пункт назначения оболочка должна лопнуть внезапно и сильно.

На этом этапе возникает еще один интересный вопрос. Учитывая, насколько высока даже самая низкая скорость полета снаряда, как можно измерить скорость, с которой снаряд вылетает из одного из этих чудовищных орудий? Излишне говорить, что именно электричество делает вещь, кажущуюся такой сложной, на самом деле довольно простой.

Рядом с ружьем установлена рама с проволокой, натянутой поперек нее зигзагообразно туда-сюда, таким образом, что при выстреле ружья снаряд обязательно перережет проволоку. Электрический ток пропускается по этому проводу на пути к подходящему дому, в котором находятся записывающие приборы, где он питает магнит и таким образом удерживает что-либо. Теперь легко видеть, что как только оболочка перережет провод, ток прекратится, магнит "отпустит" и "что-то" упадет.

На некотором расстоянии дальше находится вторая рамка с проводами, по которым проходит второй ток, который также подводится к приборному блоку, где он снова приводит в действие второй магнит.

Когда первый магнит ослабляет хватку, из него что-то выпадает, а именно длинный свинцовый груз. Когда второй магнит отпускается, это позволяет второму грузу упасть на первый и оставить на нем вмятину или царапину. Чем больше интервал между воздействиями двух магнитов, тем выше будет царапина на свинцовом грузе. Короче говоря, устройство будет регистрировать расстояние, пройденное свинцовым грузом между разрывом проволоки в первой рамке и разрывом проволоки во второй рамке.

Итак, падающий предмет, если только он имеет такой вес, что сопротивление воздуха ничтожно мало, падает по хорошо понятному закону, которому он подчиняется с предельной точностью. Таким образом, расстояние, пройденное грузом между прохождением снаряда через две точки, дает очень точную информацию о времени, затраченном на перемещение от одной точки к

другой. Конечно, при желании таким же образом можно использовать несколько таких фреймов.

Но вернемся к самому пистолету. Это не просто кусок металла, а несколько трубок, красиво вставленных одна в другую. Более того, во всяком случае, в британском ружье между двумя трубками есть пространство, заполненное "проволокой".

Эту проволоку, пожалуй, лучше всего описать как стальную ленту, и она изготовлена из лучшего материала для этой цели, гибкого и чрезвычайно прочного. Его наматывают по кругу на одну из трубок, пока на одном пистолете не образуется много миль. Его также плотно наматывают с помощью специального оборудования.

Назначение проволоки - противостоять растрескиванию. Прочные стальные трубки могут треснуть, и, как это бывает со всеми трещинами, они будут становиться все длиннее и длиннее. Однако многочисленные витки проволоки не трескаются. Даже если несколько оборотов сломаются, урон не распространится, и пистолет, вероятно, сможет продолжать работать как ни в чем не бывало.

Материалом, из которого изготовлены эти пистолеты, является никель-хромовая оружейная сталь. Сталь обычно представляет собой сплав железа и углерода, но этот металл также содержит следы никеля и хрома, которые делают его особенно подходящим для своего специального назначения.

Каждая из трубок, из которых изготовлен пистолет, начинается со слитка, простого куска металла, но грубой формы. Необходимая смесь получается в печи, и расплавленный металл заливается в форму. Слиток снова нагревают и прессуют на огромных гидравлических прессах до тех пор, пока он не приобретет приблизительно требуемую форму. При таком прессовании не только получается желаемая форма, но и улучшается качество металла.

Затем грубую поковку растачивают, чтобы придать ей форму трубы. Можно задаться вопросом, почему слиток с самого начала не отливают пустотелым, чтобы таким образом сэкономить труд по его последующему растачиванию. Объясняется это тем, что в металле всегда присутствуют определенные примеси, и они всегда собираются вместе в той части, которая затвердевает последней. Теперь в цельном блоке или слитке ясно, что центр - это та часть, которая затвердевает последней, и, следовательно, это та часть, где будут скапливаться примеси. Затем, когда центральная часть полностью высверлена, загрязнения полностью удаляются.

Трубе придается внешняя форма путем обточки на токарном станке.

Самая внутренняя трубка не просто гладкая. Внутри нее имеется спиральная канавка, называемая "нарезкой", которая проходит по кругу, подобно винту. Цель этого состоит в том, чтобы придать снаряду вращательное действие, которое заставляет его сохранять направление вперед на протяжении всего полета. Но при этом снаряд имел бы тенденцию переворачиваться снова и снова, что приводило бы к неуверенному и неточному полету.

Гильза немного меньше канала ствола пистолета, но у основания она имеет опоясывающую ленту из мягкой меди, которая плотно прилегает к оружию. Мягкая медь вдавливаясь в "нарезы", благодаря чему снаряд начинает вращаться.

Большие орудия установлены парами, каждая пара на поворотном столе, при перемещении которого вправо или влево они наводятся на удаленную цель. Поворотный стол окружен стеной из толстой брони и покрыт железным колпаком или крышей.

В дополнение к возможности поворота вправо или влево, имеется, конечно, возможность поднимать или опускать направление, в котором направлен каждый пистолет. Они всегда должны быть направлены более или менее вверх, и конкретный угол зависит от дальности действия объекта, на который нацелен. Это определяется приборами определения дальности и сообщается офицерам в башнях, как называются крытые вертушки. Затем орудия поднимаются или опускаются в зависимости от дальности стрельбы.

Каждое ружье опирается на подставку, которая сама установлена на затвор. При выстреле он "отбрасывается" назад под действием силы пружинного буфера или гидравлического или пневматического цилиндра. Таким образом, после каждого выстрела ружье перемещается назад под действием затвора, но гидравлическое устройство почти мгновенно возвращает его в положение для стрельбы.

В морских орудиях все движения, включая поворотный стол, осуществляются с помощью силы, либо гидравлической, либо электрической, либо комбинации того и другого. Загрузка также осуществляется с помощью питания.

Снаряды и боеприпасы хранятся глубоко внизу, в нижней части корабля, под каждой башней. Подъемники поднимают их оттуда в камеру непосредственно под поворотным столом, известную как рабочая камера. Здесь хранится только небольшое количество, и то на максимально короткое время, прежде чем оно будет отправлено другими подъемниками прямо к самим орудиям. Подъемники устроены таким образом, что, независимо от того, как они могут быть подняты или опущены, боеприпасы подаются точно напротив казенной части, как называется задняя часть ружья. Затем механический трамбовщик проталкивает его прямо внутрь.



Винтовки разных наций

(См. Приложение)

Казенная часть пистолета закрывается красивым механизмом, называемым затвором. На самом деле это огромная заглушка, которая надежно закрывает конец пистолета, при частичном повороте после того, как она встанет на место, фиксируя ее достаточно прочно, чтобы

противостоять всей силе взрыва. Тем не менее, ее можно освободить и повесить обратно на петли за несколько секунд. В тот же момент, когда она открывается, в пистолет врывается струя воздуха, устраняя все последствия недавнего взрыва.

Таким образом, можно кратко описать процесс стрельбы из одного из этих орудий. Поворотный стол поворачивается вправо или влево до тех пор, пока наводчики, глядя в прицелы, которые на самом деле являются телескопическими, не увидят объект прямо перед собой. Между тем прицелы были установлены в соответствии с дальностью стрельбы, то есть они были установлены таким образом по отношению к самому оружию, что, когда они направлены прямо на цель, оружие будет направлено вверх под точно правильным углом для этой дальности. Таким образом, все устройство, включая пистолет и прицелы, наклоняется вверх или вниз по мере необходимости, пока прицел не будет направлен прямо на объект, на который нацелен. Затем по сигналу пистолет срабатывает с помощью электричества. Удар заставляет ружье скользить назад по опорному ползуну, но амортизаторы, автоматически приняв удар на себя, снова возвращают его в исходное положение; таким образом, прицеливание остается нетронутым и оно готово к следующему выстрелу. Эти огромные пушки могут стрелять со скоростью один выстрел каждые пятнадцать секунд.

Полевые орудия в принципе очень похожи на эти, только, конечно, они намного меньше и установлены на лафетах, так что их можно быстро перемещать с места на место. Однако следует иметь в виду, что в случае с наземными орудиями существуют два различных типа. Полевые орудия, как и морские, стреляют прямо в цель; гаубицы или минометы стреляют вверх, чтобы снаряд падал на цель сверху. Последние, вообще говоря, представляют собой короткие, толстые, приземистые ружья по сравнению с длинными и стройными полевыми орудиями.

В полевых условиях все орудия приходится заряжать вручную. Сложная система подъемников, позволяющая заряжать большие морские орудия с такой скоростью, очевидно, невозможна. Это должно компенсироваться мастерством и быстротой самих артиллеристов, и действительно удивительно видеть, с какой ловкостью они могут обращаться с тяжелыми и опасными снарядами.

Для любого оружия любого типа определение дальности имеет первостепенное значение. Ни один снаряд, с какой бы скоростью он ни летел, на самом деле не движется по прямой. Он должен быть направлен более или менее вверх, чтобы компенсировать направленное вниз притяжение. Если угол возвышения недостаточен, снаряд не долетит до цели; если его слишком много, снаряд может выйти за пределы цели или не долететь до цели, в зависимости от обстоятельств. Только правильный угол возвышения абсолютно необходим для хорошей стрельбы. А для этого дальность должна быть известна с максимально возможной точностью.

Для этой цели используются различные системы и инструменты, но все они основаны на одном и том же принципе. Это принцип, лежащий в основе всех геодезических работ и всей астрономии; более того, это единственно возможный принцип измерения расстояния, когда вы не можете на самом деле пойти и измерить его или с его помощью.

Это основано на особом свойстве треугольника. В случае каждого треугольника, у которого есть прямые стороны, если мы знаем размер двух углов и длину одной из сторон, мы можем легко вычислить все, что нужно знать об этом треугольнике. Мы бессознательно используем этот принцип, когда оцениваем расстояние глазами. Мы фокусируем каждый глаз отдельно на

объекте, на который смотрим. Другими словами, каждый из наших глаз смотрит вдоль прямой линии, заканчивающейся на объекте. Эти две линии вместе с линией, соединяющей два наших глаза, образуют треугольник. Линия между нашими глазами - это "основание", линия, длину которой мы знаем, в то время как направления, в которые мы направляем наши глаза, дают нам углы на каждом конце основания. Исходя из этого, мы можем судить о расстоянии до объекта. Конечно, вероятно, ни один из нас не знает длину этого естественного "основания" в дюймах, но в данном случае это не имеет значения, поскольку оно всегда одно и то же, на что бы мы ни смотрели, и поэтому простой наклон глаз дает нам возможность сравнивать расстояния. Когда мы судим только на глаз, что мы на самом деле делаем, так это опираемся на наш опыт и сознательно или бессознательно сравниваем расстояние, которое мы оцениваем, с некоторыми другими, которые мы уже знаем.

При геодезической съемке телескоп устанавливается на одном конце базовой линии и наводится сначала на другой конец базовой линии, а затем на удаленный объект. Шкала, которой снабжен прибор, показывает величину угла между ними. Затем то же самое продлевается на другом конце "основания" и получается аналогичный угол. Поскольку длина основания известна, затем можно вычислить расстояние до удаленного объекта.

Таким же образом можно провести два наблюдения, по одному на каждом конце судна, причем длина судна образует базовую линию. Или же может быть изготовлен прибор, с помощью которого один и тот же человек может производить два наблюдения одновременно.

Это делается с помощью зеркал, которые повернуты так, что в них обоим виден один и тот же объект, по-видимому, по прямой линии. Степень, на которую один из них должен быть повернут, задает угол, а инструмент образует основание.

Любой, имеющий хоть малейший опыт в геометрии, сразу поймет, что наилучшие результаты достигаются, когда базовая линия имеет значительную длину, и, следовательно, небольшие портативные дальномерные приборы, которые легко переносятся и используются одним человеком, неизбежно менее точны, чем устройство, подобное предложенному выше, при котором два наблюдателя работают одновременно с двух концов судна.

Однако во многих случаях автономный инструмент является единственным, который можно использовать, и когда инструмент хорошо сделан и находится в опытных руках, результаты оказываются на удивление хорошими.

Например, при геодезической съемке, когда базовая линия может быть любой, в зависимости от обстоятельств, и углы также могут варьироваться с обоих концов, необходимо выполнить сложные тригонометрические вычисления, чтобы получить желаемый результат. Однако, если базовая линия всегда одна и та же, а один из углов всегда прямой, расстояние до удаленного объекта будет меняться в зависимости от оставшегося угла. Действительно, шкалу, по которой измеряется этот угол, можно сделать так, чтобы она показывала не градусы, а расстояние до объекта. Поэтому портативные дальнометры во многих случаях имеют один отражатель, установленный под прямым углом, и только один из отражателей подвижный. После этого прибор сразу показывает расстояние до объекта.

Это невозможно в случае двух отдельных наблюдений на судне. В этом случае база всегда одна и та же, но поскольку корабль не может быть установлен под прямым углом к объекту всякий раз, когда необходимо определить дальность действия, необходимо измерить оба угла. Однако

существует удивительно простой маленький механизм, в котором два указателя устанавливаются по одному на каждый из двух углов, и затем расстояние отображается мгновенно.

ПРИЛОЖЕНИЕ

ОПИСАНИЕ ВИНТОВОК ПРИВЕДЕНО НА СТРАНИЦЕ 240

Немецкий Маузер может делать сорок выстрелов в минуту — больше, чем любая другая винтовка, использовавшаяся на войне. Винтовка образца 1898 года, весит 9 фунтов 14 унций с закрепленным штыком и имеет прицел от 219 до 2187 ярдов. Магазин вмещает пять патронов, упакованных в зарядные устройства. Поскольку винтовка не снабжена обрезом, ее нельзя использовать в качестве однозарядной. Благодаря длинному стволу и длинному штыку он наносит удар на 5 футов 9 дюймов-8 дюймов длиннее, чем британский.

Австрийская винтовка - Mannlicher. Эта винтовка очень быстра в действии, поскольку для управления ею достаточно щелчка запястьем вперед-назад. Однако это более трудоемко при длительной работе из-за того, что нагрузка приходится только на запястье. Без штыка винтовка весит всего 8 фунтов 5 унций, что является самой легкой из всех, однако пуля — 244 грана — самая тяжелая, используемая любой из воюющих сторон. Винтовка имеет прицел от 410 до 2132 ярдов, а ствол имеет нарезы с четырьмя канавками.

Британский Lee-Enfield—Mark III — результат южноафриканской войны. Он не слишком длинный для верховой езды и, тем не менее, вполне эффективен для пехоты. Длина ствола - 25 дюймов. длинный, с пятью нарезками. Прицел от 200 до 2800 ярдов. Винтовка оснащена магазином, вмещающим десять патронов, упакованных в зарядные устройства, каждое из которых содержит по пять патронов, так что магазин заполняется десятью патронами за два движения. Винтовка также оснащена обрезом, что позволяет использовать ее как однозарядную. В целом это наиболее эффективное оружие.

Французская винтовка Lebel образца 1886-1893 годов с закрепленным штыком длиннее любой другой винтовки. Весит без штыка 9 фунтов 3 ½ унции. Патронный магазин под стволом содержит восемь патронов; разумеется, для его заряжания требуется больше времени, чем для магазина с зарядным устройством. Он делает не так много выстрелов в минуту, как некоторые другие винтовки, используемые в полевых условиях. Положение магазина обозначено крестиками. Прицел винтовки составляет от 273 до 2187 ярдов, а вес пули составляет 198 грамм.

Бельгийская армия использует Mauser образца 1889 года, который весит чуть более 8 фунтов и имеет прицел с 547 до 2187 ярдов. Магазин вмещает пять патронов, которые хранятся в обоймах; не имея отсечки, винтовка не может использоваться в качестве однозарядной. Нарезное лезвие имеет четыре канавки и имеет размер 4 фута 2¼ дюйма, или, с байонетом, 4 фута 11 ¾ дюйма. Штык короткий и плоский.

Российский "З-линейный" наган на ¼ фунта тяжелее британской винтовки и более чем на 7 дюймов длиннее. Треугольный штык всегда закреплен и никогда не снимается с винтовки.

Магазин винтовки коробчатый и вмещает пять патронов. Винтовка способна выпускать двадцать четыре пули в минуту. Полезной функцией является прерыватель, который предотвращает заклинивание двух картриджей.

Итальянская модель Mannlicher-Carcano образца 1891 года. Он весит без штыка чуть более 8 фунтов 6 унций и имеет размеры 50 $\frac{3}{4}$ дюйма. Ствол длиной 30 $\frac{3}{4}$ дюйма имеет нарезы с четырьмя канавками. Коробчатый магазин, закрепленный под ствольной коробкой без отсечки, вмещает шесть патронов. Магазин вмещает шесть патронов, и винтовка способна производить пятнадцать выстрелов в минуту.

СНОСКА:

[1] Светлячок является примером немногих исключений.

THE RIVERSIDE PRESS LIMITED, ЭДИНБУРГ,
1917